

# LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

Publication number: JP2002123226

Publication date: 2002-04-26

Inventor: HIRAKATA JUNICHI; ONO KIKUO; SHINTANI AKIRA

Applicant: HITACHI LTD; HITACHI DEVICE ENG

Classification:

- international: G02F1/1335; G02F1/133; G02F1/13357; G09G3/20; G09G3/34; G09G3/36; H05B41/392; G02F1/13; G09G3/20; G09G3/34; G09G3/36; H05B41/39; (IPC1-7); G09G3/36; G02F1/133; G02F1/13357; G09G3/20; G09G3/34

- European: G02F1/13357; H05B41/392D8

Application number: JP20000316855 20001012

Priority number(s): JP20000316855 20001012

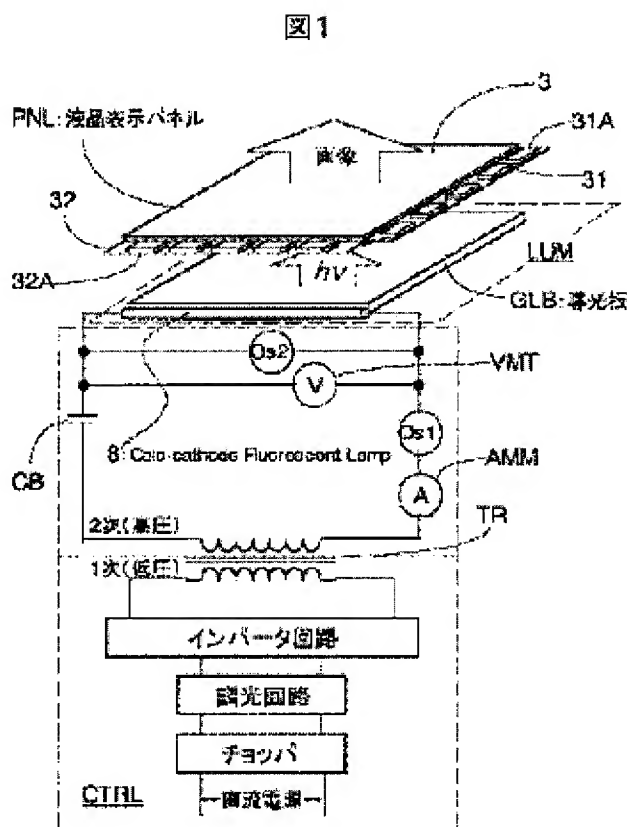
Also published as:

EP1198160 (A2)  
US6636190 (B2)  
US2002036608 (A1)  
CN1693950 (A)  
CN1201184C (C)

Report a data error here

## Abstract of JP2002123226

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance effectively the luminance of a picture to be displayed on a liquid display panel and to solve various problems to be generated by being accompanied by the heat evolution of a light source irradiating the liquid crystal display panel with rays of light. **SOLUTION:** In this device, a control circuit repeats the operation of a first period: t1 supplying a lamp current to a light source and the operation of a second period: t2 pausing the supplying of the lamp current and the control circuit is made to operate so that an electric power value:  $(t1 \times ip-p \times Vp-p)/2$  which can be calculated from the peak intensity: ip-p of a lamp current to be supplied to the light source in the first period and the peak intensity: Vp-p of a voltage to be applied to the light source in the first period becomes smaller than an electric power value:  $(t1+t2) \times (ieff \times Veff)$  which can be calculated from an effective current: ieff to be supplied to the light source and an effective voltage: Veff to be applied to the light source in one period: (t1+t2) consisting of the first period and the second period.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-123226

(P2002-123226A)

(43) 公開日 平成14年4月26日 (2002.4.26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 9 G 3/36		G 0 9 G 3/36	2 H 0 9 1
G 0 2 F 1/133	5 3 5	G 0 2 F 1/133	5 3 5 2 H 0 9 3
	1/13357	G 0 9 G 3/20	6 1 1 A 5 C 0 0 6
G 0 9 G 3/20	6 1 1		6 4 2 D 5 C 0 8 0
	6 4 2		6 4 2 E

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 35 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-316855(P2000-316855)

(22) 出願日 平成12年10月12日 (2000.10.12)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000233088

日立デバイスエンジニアリング株式会社

千葉県茂原市早野3681番地

(72) 発明者 平方 純一

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立

製作所ディスプレイグループ内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

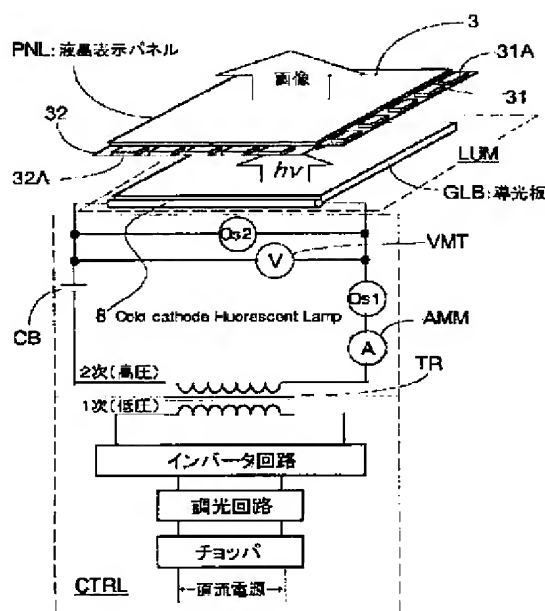
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】液晶表示パネルに表示される画像の輝度を効率よく向上させ、この液晶表示パネルに光を照射する光源の発熱に伴う諸般の問題を解決すること。

【解決手段】制御回路は、ランプ電流を光源に供給する第1期間： $t_1$ の動作とランプ電流の供給を休止する第2期間： $t_2$ の動作とを繰り返し、且つ第1期間にて、光源に供給されるランプ電流のピーク強度： $i_{p-p}$ 、及びこの光源に第1期間に印加される電圧のピーク強度： $V_{p-p}$ から求められる電力値： $\{(t_1 \times i_{p-p} \times V_{p-p}) / 2\}$ が、第1期間及び第2期間からなる1周期： $(t_1 + t_2)$ に光源に供給される実効電流： $i_{e-r}$ と光源に印加される実効電圧： $V_{e-r}$ から求められる電力値： $(t_1 + t_2) \times (i_{e-r} \times V_{e-r})$ より小さくなるように制御回路を動作させる。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の画素を有する液晶表示パネルと、少なくとも一つの光源を有し且つ該光源で発生される光を上記液晶表示パネルに照射する照明装置と、上記光源を制御する制御回路とを備え、上記制御回路は直流電流を交流電流に変換する1次側回路と該交流電流の電圧振幅を上記光源の点灯に要する値に変換する2次側回路とを有し、上記1次側回路は第1の期間： $t_1$ における第1の電流振幅を有する第1の交流電流の発生と、該第1の期間に続く第2の期間： $t_2$ における上記第1の電流振幅より電流より小さい第2の電流振幅を有する第2の交流電流の発生を繰り返し、且つ、上記第1の期間及び上記第2の期間の夫々において、上記第1の交流電流のピーク強度： $i_{p1}$ 、(1)並びに上記第2の交流電流のピーク強度： $i_{p2}$ 、(2)及び該第1の交流電流のピーク電位差： $V_{p1}$ 、(1)並びに該第2の交流電流のピーク電位差： $V_{p2}$ 、(2)から求められる電力値： $\{(t_1 \times i_{p1}^2, (1) \times V_{p1}^2, (1)) / 2\} + \{(t_2 \times i_{p2}^2, (2) \times V_{p2}^2, (2)) / 2\}$ が上記1次側回路において上記第1の期間及び上記第2の期間からなる1周期： $(t_1 + t_2)$ に生じる交流電流の実効電流値： $i_{eff}$ と実効電圧値： $V_{eff}$ とで得られる電力値： $(t_1 + t_2) \times (i_{eff} \times V_{eff})$ より小さくなるように上記第1の交流電流及び上記第2の交流電流を制御することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】複数の画素を有する液晶表示パネルと、少なくとも一つの光源を有し且つ該光源で発生される光を上記液晶表示パネルに照射する照明装置と、上記光源を制御する制御回路とを備え、上記制御回路は、ランプ電流を上記光源に供給する第1の期間： $t_1$ の動作と上記ランプ電流の供給を休止する第2の期間： $t_2$ の動作とを繰り返し、且つ、上記第1の期間において、上記光源に供給される上記ランプ電流のピーク強度： $i_{p1}$ 、及び該光源に該第1の期間に印加される電圧のピーク強度： $V_{p1}$ 、から求められる電力値： $\{(t_1 \times i_{p1}^2, (1) \times V_{p1}^2, (1)) / 2\}$ が、該第1の期間及び上記第2の期間からなる1周期： $(t_1 + t_2)$ に該光源に供給される実効電流： $i_{eff}$ と該光源に印加される実効電圧： $V_{eff}$ 、から求められる電力値： $(t_1 + t_2) \times (i_{eff} \times V_{eff})$ より小さくするように上記制御回路を動作させることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】複数の画素を有する液晶表示パネルと、少なくとも一つの光源を有し且つ該光源で発生される光を上記液晶表示パネルに照射する照明装置と、上記光源を制御する制御回路とを備え、上記制御回路は、上記光源に第1の実効電圧： $V_1$ を印加して第1の実効電流： $i_1$ を供給する第1の期間： $t_1$ の動作と、上記光源に第2の実効電圧： $V_2$ を印加して上記第1の電流より小さい第2の実効電流： $i_2$ を供給する第2の期間： $t_2$ の

動作とを繰り返し、且つ、上記第1の期間及び上記第2の期間からなる上記動作の繰返し周期： $t_1 + t_2$ において上記光源から輻射される光の輝度の上記第1並びに第2の実効電圧及び上記第1並びに第2の実効電流から求まる電力値： $\{(t_1 \times V_1 \times i_1) + (t_2 \times V_2 \times i_2)\} / (t_1 + t_2)$ に対する比は、該繰返し周期にて上記光源に供給される実効電流： $i_{eff}$ と該光源に印加される実効電圧： $V_{eff}$ とで求まる消費電力値： $(V_{eff} \times i_{eff})$ に対応する輝度の該消費電力値に対する比より大きいことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】複数の画素を有する液晶表示パネルと、両端部間の長さが $L$  (cm)の管からなる冷陰極管を有し且つ該冷陰極管で発生される光を上記液晶表示パネルに照射する照明装置と、上記冷陰極管を制御する制御回路とを備え、上記制御回路は(1)第1の電力： $W_1$  (W)を上記冷陰極管に供給する第1の期間： $t_1$ の動作と上記第1の電力より小さい第2の電力： $W_2$  (W)を上記冷陰極管に供給する第2の期間： $t_2$ の動作とを繰り返し、且つ、(2)上記第1の電力は、その上記長さに対する比： $(W_1 / L)$ が $0.2 W / cm$ より大きく設定され、且つ、上記第2の電力は、その上記長さに対する比： $(W_2 / L)$ が $0.1 W / cm$ 以下に設定されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項5】複数の画素を有する液晶表示パネルと、少なくとも一つの光源を有し且つ該光源で発生される光を上記液晶表示パネルに照射する照明装置と、上記光源を制御する制御回路とを備え、上記制御回路は、上記光源に該光源のランプ電流の定格値より大きい第1の実効電流： $i_1$ を供給する第1の期間： $t_1$ の動作と、上記光源に該光源のランプ電流の定格値より小さい第2の実効電流： $i_2$ を供給する第2の期間： $t_2$ の動作とを繰り返し、且つ、上記第1の期間及び上記第2の期間からなる上記動作の繰返し周期： $t_1 + t_2$ における上記光源の輝度の積分値が該繰返し周期における上記ランプ電流の定格値に対応する該光源の輝度の積分値より大きくなるように上記第1の実効電流、上記第2の実効電流、上記第1の期間、及び上記第2の期間が設定されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】複数の画素を有する液晶表示パネルと、少なくとも一つの光源を有し且つ該光源で発生される光を上記液晶表示パネルに照射する照明装置と、上記光源を制御する制御回路と、上記光源の温度を検出する検出回路とを備え、上記制御回路は、第1の期間： $t_1$ にて上記光源に第1の実効電流： $i_1$ を供給する第1の動作と、第2の期間： $t_2$ にて上記光源に上記第1の実効電流より小さい第2の実効電流： $i_2$ を供給する第2の動作との切替え(スイッチング)を繰り返し、且つ、上記検出回路は上記光源の外壁温度が $65^\circ C$ を越えたとき上記制御回路に信号を送信し、且つ、上記制御回路は上記信号を受信することにより上記第1の動作から上記第2

の動作への切替えを行うことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項7】複数の画素を有する液晶表示パネルと、少なくとも一つの光源を有し且つ該光源で発生される光を上記液晶表示パネルに照射する照明装置と、上記光源を制御する制御回路と、上記光源の輝度を検出する検出回路とを備え、上記制御回路は、第1の期間： $t_1$ にて上記光源に第1の実効電流： $i_1$ を供給する第1の動作と、第2の期間： $t_2$ にて上記光源に上記第1の実効電流より小さい第2の実効電流： $i_2$ を供給する第2の動作との切替えを繰り返し、且つ、上記検出回路は上記第1の期間における上記光源の輝度が減少に転じたときに上記制御回路に信号を送信し、且つ、上記制御回路は上記信号を受信することにより上記第1の動作から上記第2の動作への切替えを行うことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項8】上記光源がランプとランプの出射光を反射する反射器と反射された光を液晶層に導く導光板からなり、該導光板の側面の少なくとも1辺の長さ方向にランプが配置されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項9】前記ランプが該導光板の側面の2辺の長さ方向に配置されことを特徴とする請求項8に記載の液晶表示装置。

【請求項10】前記ランプが該導光板の側面の1辺の長さ方向に配置されことを特徴とする請求項8に記載の液晶表示装置。

【請求項11】前記第1の期間と前記第2の期間からなる周期が表示画像信号の書き換え周期と異なることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項12】前記第1の期間と前記第2の期間からなる周期が前記液晶表示パネルにおける表示画像信号の書き換え周期と均等に設定され、且つ前記液晶表示パネルに設けられた信号走査線が $n$ 本であるとき、この $0.3n$ 本目より $0.7n$ 本目に至る範囲に位置する該信号走査線のいずれかの信号走査の開始時間が該光源の点灯開始時間と同期していることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項13】前記第1の期間と前記第2の期間とからなる周期と前記液晶表示パネルにおける表示画像信号の書き換え周期とが均等に設定され、且つ前記液晶表示パネルに設けられた信号走査線が $n$ 本からなる時に $n=1$ 本目の信号走査の開始時間が該光源の点灯開始時間から一定時間遅延していることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項14】前記第2の期間が前記第1の時間の $1/20$ 以上であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項15】前記第2の期間における前記光源の輝度

の積分値が前記第1の期間における前記光源の輝度の90%以下であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項16】前記光源は、ランプ直径が2.5mm以上の管状光源であることを特徴とする請求項1乃至7に記載の液晶表示装置。

【請求項17】前記光源は、その半径方向のガラス厚が1mm以上の管状光源であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の液晶表示装置。

10 【請求項18】前記光源は、少なくとも一つの屈曲点を有するランプであることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項19】前記光源は、その内部にキセノンガスを含有するランプであることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置に係り、その表示画面の輝度を効率良く高め、並びに当該表示画面にて均一化させるに好適な光源並びにその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示素子（液晶表示パネルとも呼ばれる）やエレクトロルミネセンス素子（用いる蛍光材料により有機系、無機系に別れる、以下、EL素子）、電界放出素子（Field Emission Device、以下、FEL素子）等を用いた表示装置は、ブラウン管（CRT：Cathode Ray Tube）のように表示画面の裏側に電子線を2次元的に走査するための空間（真空筐体）を設けることなく画像表示を行う。従って、これらの表示装置は、ブラウン管に比べて、薄く軽量であること、消費電力が低いこと等の特徴を持つ。これらの表示装置は、その外観上の特徴からフラット・パネル・ディスプレイ（Flat Panel Display）と呼ばれることがある。

【0003】液晶表示素子、EL素子、又は電界放出素子等を用いた表示装置は、ブラウン管に対する上述の利点から、各種用途においてブラウン管を用いた表示装置に代わり広く普及しつつある。ブラウン管からフラット・パネル・ディスプレイへの置き換えが進んだ背景には、液晶表示素子やEL素子等の画質向上といった技術革新もある。最近ではマルチメディアやインターネットの普及により、動画表示への要求が強くなってきている。例えば、液晶表示素子を用いた表示装置においては、動画表示を実現するために液晶材料や駆動方法による改善がなされている。しかしながら、液晶表示素子を用いた表示装置に限らず、所謂フラット・パネル・ディスプレイと呼ばれる表示装置において従来のブラウン管と同等の画像を表示するためには、高輝度化も重要な課題となっている。

【0004】ブラウン管（CRT）と同等の動画表示を

得るためには、電子銃から放射される電子線の各画素に走査し、夫々の画素の蛍光体を発光させるインパルス型発光が必須である。これに対して、例えば液晶表示装置は蛍光灯によるバックライトシステムを用いたホールド型発光のため、完全な動画表示が困難とされてきた。

【0005】液晶表示装置に係る上記課題を解決する手法として、液晶セル（基板間に封入された液晶層）の液晶材料あるいは表示モードの改良と、光源に直下型バックライト（液晶表示素子の表示画面に対向させて複数の蛍光灯を配置する光源構造）を用いる方法が報告されている。図31は、動画表示向けに提案された直下型バックライトの点灯動作方法の一例を、（a）表示画面（破線枠）に対向させて管状ランプ8本が配置された直下型バックライトのレイアウトと、（b）これに設けられた夫々のランプの各点灯開始時間のタイミングを輝度波形として示す。図31（b）に示す輝度波形は、図の上側に凸となる時輝度が上昇することを示す。

【0006】図31から明らかなように、夫々の蛍光管の点灯開始時間は、上側に配置されたものから下に配置されたものへと順次ずらされている。この一連の点灯動作は、画像表示信号の走査周期に同期され、1フレームの画像表示期間（表示画面の全画素に映像信号を送る期間）毎に繰り返されていた。（「液晶」誌、Vol. 3, No. 2 (1999), p99-p106参照）

一方、液晶表示装置に伝送される動画信号の場面に応じて光源の輝度を変調する技術がある。この技術は、動画信号を構成する画像毎（フィルムに喩えれば「駒」毎）に液晶表示装置に伝送される映像信号の最大輝度データ、最小輝度データ、並びに平均輝度データを読み出し、これらのデータに応じて光源に供給される電流（以下、ランプ電流）を制御する。通常光源に供給している電流を基準電流（例えば、4.5mA）とすると、全体的に明るい画像の場合にはランプ電流をある期間において基準電流より高く（例えば、8mA）設定し、その後基準電流に戻す。逆に全体的に暗い画像の場合にはランプ電流を基準電流より低く（例えば、1.5mA）設定する。（「日経エレクトロニクス」誌、1999.11.15, no. 757, 1999, p139-p146参照）

前者（全体的に明るい画像）の場合、基準電流より高い電流を光源に供給する分、光源の温度上昇も大きい。蛍光灯の場合、その温度上昇により蛍光灯内の水銀（Hg）蒸気圧が上昇し、当該蛍光灯内にて水銀原子（水銀蒸気量）が増加する。一方、蛍光灯内に余剰の水銀原子が存在すると、水銀原子と電子との衝突により蛍光灯内で生じた紫外線が水銀原子に吸収される確率が高くなり、蛍光灯自体の輝度は低下する。この影響を避けるため、上記期間にてランプ電流を上記基準電流より大きく設定した後、蛍光灯内の水銀蒸気圧が変化する前にランプ電流を基準電流に戻す。このようにランプ電流を変化させることにより、蛍光灯の輝度をこれに基準電流を供

給したときのそれより高くする。

【0007】後者（全体的に暗い画像）の場合、光源の輝度が高いと黒又はこれに近い色を表示する画素からの微かな光の漏れを抑えることが必要となる。全体的に暗い画面では、画面内で最も光透過率を高く設定した画素においても透過させるべき光の絶対量は小さい。このため、ランプ電流を基準電流より低く設定し、光源の輝度を抑えて黒又はこれに近い色を表示する画素からの光の漏れを絞るとともに、光源における消費電力を低減させる。

【0008】この2つの技術の組合せから、動画全体でみた映像における輝度のダイナミックレンジ（最大輝度／最小輝度の比）は従来の2.8倍に、そのコントラスト比は400～500：1と従来の液晶表示装置の2倍以上に夫々広がる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】液晶表示装置において上述の直下型バックライト点灯動作を順繰りに行う技術を実施する場合、例えば直下型バックライトに搭載するランプ（蛍光灯）の本数を増やすと、1周期（1フレーム分に相当）の点灯動作期間中に占める各ランプの発光時間を短くせざるを得ない。このため、直下型バックライト全体での輝度効率が低下した。

【0010】一方、表示画像の輝度を上げるために各ランプに印加する電力を増やすとランプの発熱により液晶セルが局所的に熱せられ均一性も低下した。液晶表示装置における画像表示は、これに搭載される液晶表示素子の液晶セルに封止された液晶分子を当該画像情報（液晶セルに印加される電界）に対応する方向に捩じり、液晶セルの光透過率を所望の値に設定して行う。液晶セル内の液晶分子を画像情報に応じた方向へ確実に捩じるために、当該液晶セルに液晶分子とともにカイラル剤を添加することがある。これらの添加物を含めて液晶セル内に存在する物質の層を、「液晶層」ということがある。しかし、液晶セルの温度が局所的に上昇すると、この部分に存在する液晶分子の屈折率の変化に応じて液晶セルの光透過率がこの部分において変化するため、表示画像に「むら」が生じる。さらに、この部分にて液晶層の粘度が下がり、液晶分子の一部の向きがランダムになる（液晶層の等方相化）。従って、液晶セルの一部の光透過率が液晶分子に印加される電界にตอบสนองなくなり、上述の表示むらが出る。この問題は、ツイステッド・ネマティック型（TN型：Twisted Nematic type）の液晶表示装置に比べて、その液晶層が等方相化する温度（液晶転移温度又は転移温度とも呼ばれる）が低い垂直配向型（VA型：Vertical Alignment type）や横電界型（面内スイッチング型…IPS型：In-Plane Switching typeとも呼ぶ）の液晶表示装置に多く見られる。このため、横電界型の液晶表示装置の表示輝度をより高くすることは困難を伴う。

【0011】また、上述の動画信号を構成する画像毎に光源の輝度を調整する技術を液晶表示装置に実施した場合、全体的に明るい画像を表示するときの光源に供給されるランプ電流を上記基準電流より高い値から当該基準電流に下げるタイミングの設定が実用上難しい。上述のとおり、光源の輝度をこれに基準電流を供給したときの値より高めるには、一旦上記基準電流より大きく設定したランプ電流を蛍光灯内の水銀蒸気圧が変化する前に基準電流に戻さなければならない。しかし、このようにランプ電流を切替えるタイミングは、例えば光源（蛍光灯）の温度変化の測定データと光源輝度との相関に基づき経験的に設定せざるを得ない。更に、この技術では各々の画像の明るさに応じ、夫々の画像表示時刻の光源輝度を変化させるため、画像毎のコントラスト比は従来の液晶表示装置で達成し得る程度に留まる。このことを換言すれば、この技術を液晶表示装置に適用しても、静止画像のような一定期間（複数の画像データが液晶表示装置に伝送される期間）に亘り画像の明るさが殆ど変動しない映像を表示する場合、そのコントラスト比を向上させることはできない。

【0012】液晶表示装置の光源に供給される電流とこの光源の温度又は輝度との関係は、例えば、特開平11-38381号、特開平9-260074号、特開平11-283759号、特開平7-175035号、特開平8-8083号の各公報にて論じられているが、これらを参照しても上述のランプ電流の切替えタイミングを適切に設定する条件を見出すことは難しい。

【0013】本発明の目的は、液晶表示装置に係り、これに搭載される液晶表示パネル（液晶表示素子）に表示される画像の輝度を効率よく向上させ、また、この液晶表示パネルに光を照射する光源の発熱に伴う諸般の問題を解決することにある。

【0014】本発明の他の目的は、液晶表示装置において、ブラウン管並みの高いコントラスト比で画像又は映像を表示させることにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明は以下のような構成の液晶表示装置を提供する。

【0016】本発明による液晶表示装置の第1の例は、複数の画素を有する液晶表示パネルと、少なくとも一つの光源を有し且つこの光源で発生される光を上記液晶表示パネルに照射する照明装置と、上記光源を制御する制御回路とを備え、上記制御回路は直流電流を交流電流に変換する1次側回路とこの交流電流の電圧振幅を上記光源の点灯に要する値に変換する2次側回路とを有し、上記1次側回路は第1の期間： $t_1$ における第1の電流振幅を有する第1の交流電流の発生と、この第1の期間に続く第2の期間： $t_2$ における上記第1の電流振幅より電流より小さい第2の電流振幅を有する第2の交流電流

の発生を繰り返し、且つ上記第1の期間及び上記第2の期間の夫々において、上記第1の交流電流のピーク強度： $i_{p1}$ 、（1）並びに上記第2の交流電流のピーク強度： $i_{p2}$ 、（2）及びこの第1の交流電流のピーク電位差： $V_{p1}$ 、（1）並びにこの第2の交流電流のピーク電位差： $V_{p2}$ 、（2）から求められる電力値：

10  $\{ (t_1 \times i_{p1} \times V_{p1}) / 2 \} + \{ (t_2 \times i_{p2} \times V_{p2}) / 2 \}$  が上記1次側回路において上記第1の期間及び上記第2の期間からなる1周期： $(t_1 + t_2)$ に生じる交流電流の実効電流値： $i_{eff}$ と実効電圧値： $V_{eff}$ とで得られる電力値： $(t_1 + t_2) \times (i_{eff} \times V_{eff})$ より小さくなるように上記第1の交流電流及び上記第2の交流電流を制御する。光源の点灯態様は、実際には上記第1の期間及び上記第2の期間の夫々において上記2次側回路に生じる交流電流及び交流電圧の波形に依存する。従って、後述するように例えば上記1次側回路に設けられる調光回路等を用いて上記第1の交流電流とともにそのピーク電位差（第1の交流電圧）を、  
20 及び上記第2の交流電流とともにそのピーク電位差（第2の交流電圧）を、夫々意図的に制御することが望ましく、その一例として上記調光回路における直流電圧（調光回路後段のインバータで交流電圧波形に変換される）の電圧値及びチョッピング間隔（直流電圧供給時間とこれを止める時間の配分）を調整することが推奨される。

【0017】本発明による液晶表示装置の第2の例は、複数の画素を有する液晶表示パネルと、少なくとも一つの光源を有し且つこの光源で発生される光を上記液晶表示パネルに照射する照明装置と、上記光源を制御する制御回路とを備え、上記制御回路は、ランプ電流を上記光源に供給する第1の期間： $t_1$ の動作と上記ランプ電流の供給を休止する第2の期間： $t_2$ の動作とを繰り返し、且つ上記第1の期間において、上記光源に供給される上記ランプ電流のピーク強度： $i_{p1}$ 、及びこの光源にこの第1の期間に印加される電圧のピーク強度： $V_{p1}$ 、から求められる電力値： $\{ (t_1 \times i_{p1} \times V_{p1}) / 2 \}$ が、上記第1の期間及び上記第2の期間からなる1周期： $(t_1 + t_2)$ に上記光源に供給される実効電流： $i_{eff}$ と上記光源に印加される実効電圧： $V_{eff}$ から求められる電力値： $(t_1 + t_2) \times (i_{eff} \times V_{eff})$ より小さくするように上記制御回路を動作させる。上述のように光源の点灯態様は、上記2次側回路において、上記第1の期間に生じる交流電圧波形とこの期間にて光源に印加される交流電圧波形、及び上記第1の期間に生じる交流電圧波形とこの期間にて光源に印加される交流電圧波形との組み合わせに依存するため、これらのパラメータが適切に設定されるように上記制御回路の動作条件を設定するとよく、また、この設定を望ましい条件に合わせるために上記2次側回路の構成要件及びその配置を例えば後述の如く変更してもよ



い。

【0018】本発明による液晶表示装置の第3の例は、複数の画素を有する液晶表示パネルと、少なくとも一つの光源を有し且つこの光源で発生される光を上記液晶表示パネルに照射する照明装置と、上記光源を制御する制御回路とを備え、上記制御回路は、上記光源に第1の実効電圧： $V_1$ を印加して第1の実効電流： $i_1$ を供給する第1の期間： $t_1$ の動作と、上記光源に第2の実効電圧： $V_2$ を印加して上記第1の電流より小さい第2の実効電流： $i_2$ を供給する第2の期間： $t_2$ の動作とを繰り返す、且つ上記第1の期間及び上記第2の期間からなる上記動作の繰返し周期： $t_1 + t_2$ において上記光源から輻射される光の輝度の上記第1並びに第2の実効電圧及び上記第1並びに第2の実効電流から求まる電力値： $\{(t_1 \times V_1 \times i_1) + (t_2 \times V_2 \times i_2)\} / (t_1 + t_2)$ に対する比は、この繰返し周期にて、いわば巨視的に上記光源に供給される実効電流 $i_{eff}$ と上記光源に印加される実効電圧 $V_{eff}$ とで求まる消費電力値： $(V_{eff} \times i_{eff})$ に対応する輝度の上記消費電力値に対する比より大きくなるように構成される。

【0019】本発明による液晶表示装置の第4の例は、複数の画素を有する液晶表示パネルと、両端部間の長さが $L$  (cm)の管からなる冷陰極管を有し且つこの冷陰極管で発生される光を上記液晶表示パネルに照射する照明装置と、上記冷陰極管を制御する制御回路とを備え、上記制御回路は(1)第1の電力： $W_1$  (W)を上記冷陰極管に供給する第1の期間： $t_1$ の動作と上記第1の電力より小さい第2の電力： $W_2$  (W)を上記冷陰極管に供給する第2の期間： $t_2$ の動作とを繰り返す、且つ(2)上記第1の電力は、その上記長さに対する比： $(W_1 / L) \cdots$ 管壁負荷とよばれる値が $0.2 W/cm$ より大きく設定され、且つ上記第2の電力は、その上記長さに対する比： $(W_2 / L) \cdots$ 管壁負荷とよばれる値が $0.1 W/cm$ 以下に設定されるように構成される。

【0020】本発明による液晶表示装置の第5の例は、複数の画素を有する液晶表示パネルと、少なくとも一つの光源を有し且つこの光源で発生される光を上記液晶表示パネルに照射する照明装置と、上記光源を制御する制御回路とを備え、上記制御回路は、上記光源に該光源のランプ電流の定格値より大きい第1の実効電流： $i_1$ を供給する第1の期間： $t_1$ の動作と、上記光源にこの光源のランプ電流の定格値より小さい第2の実効電流： $i_2$ を供給する第2の期間： $t_2$ の動作とを繰り返す、且つ上記第1の期間及び上記第2の期間からなる上記動作の繰返し周期： $t_1 + t_2$ における上記光源の輝度の積分値が該繰返し周期における上記ランプ電流の定格値に対応する上記光源の輝度の積分値より大きくなるように上記第1の実効電流、上記第2の実効電流、上記第1の期間、及び上記第2の期間が設定されるように構成さ

れる。この液晶表示装置を規定する「定格値」については、後述する。

【0021】本発明による液晶表示装置の第6の例は、複数の画素を有する液晶表示パネルと、少なくとも一つの光源を有し且つこの光源で発生される光を上記液晶表示パネルに照射する照明装置と、上記光源を制御する制御回路と、上記光源の温度を検出する検出回路とを備え、上記制御回路は、第1の期間： $t_1$ にて上記光源に第1の実効電流： $i_1$ を供給する第1の動作と、第2の期間： $t_2$ にて上記光源に上記第1の実効電流より小さい第2の実効電流： $i_2$ を供給する第2の動作との切替え(スイッチング)を繰り返す、且つ上記検出回路は上記光源の外壁温度(例えば、蛍光灯におけるランプ・ガラスの壁面温度)が所定の温度、例えば $65^\circ C$ を越えたとき上記制御回路に信号を送信し、且つ上記制御回路は上記信号を受信することにより上記第1の動作から上記第2の動作への切替えを行うように構成される。

【0022】本発明による液晶表示装置の第7の例は、複数の画素を有する液晶表示パネルと、少なくとも一つの光源を有し且つこの光源で発生される光を上記液晶表示パネルに照射する照明装置と、上記光源を制御する制御回路と、上記光源の輝度を検出する検出回路とを備え、上記制御回路は、第1の期間： $t_1$ にて上記光源に第1の実効電流： $i_1$ を供給する第1の動作と、第2の期間： $t_2$ にて上記光源に上記第1の実効電流より小さい第2の実効電流： $i_2$ を供給する第2の動作との切替え(スイッチング)を繰り返す、且つ上記検出回路は上記第1の期間における上記光源の輝度が減少に転じたときに上記制御回路に信号を送信し、且つ上記制御回路は上記信号を受信することにより上記第1の動作から上記第2の動作への切替えを行うように構成される。

【0023】以上に述べたいずれの液晶表示装置においても、本発明が解決せんとする課題、及びその他の諸問題を解決することができるが、その詳細に関しては、本発明の実施の形態において詳述する。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施形態をこれに関連する図面を参照して説明する。以下の説明にて参照する図面で、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰返しの説明は省略する。

【0025】≪液晶表示装置の構成≫図1には、液晶表示装置の一例のうち、本発明に関連する構成要素を抜粋して示す。

【0026】液晶表示装置の画像表示に用いられる液晶表示パネル(液晶表示素子)PNLは、互いに対向して配置された一対の基板3とこの基板間に封入された液晶層(図示せず)、及び一対の基板3の少なくとも一方に形成された画素電極に画像信号を供給し、または画像信号の供給タイミングを制御する駆動素子31A、32Aとを備える。液晶表示パネルPNLには、このような画

素電極を備えた画素が複数個、上記基板の面内に配置されている。

【0027】図1において、液晶表示パネルPNLに光を照射する照明装置LUMは、管状の蛍光灯8（冷陰極管として例示、光源とも呼ぶ）と導光板GLBとを備える。導光板GLBの上面が液晶表示パネルの一对の基板3の一つ（図示せず）の下面に対向するのに対し、蛍光灯8は導光板の側面の一つに沿って配置されるため、液晶表示パネルPNLの下面から見てその横側にずれている。このような構成を有する照明装置をサイド・ライト型、サイドエッジ型、又はエッジ・ライト型と呼ぶ。蛍光灯8で発生した光は、これに対向する導光板GLBの側面からその内部に入射した後、その上面から液晶表示パネルPNL（上記一对の基板3の一つの下面）に向けて放射される。この照明装置PNL用の蛍光灯8として、例えば冷陰極管が用いられる。照明装置LUMから液晶表示パネルPNLに入射した光は液晶表示パネルを透過することにより、この液晶表示パネルに形成される画像をその上面に表示する。

【0028】上記光源（蛍光灯8）を制御する制御回路CTRLは、図1の破線で囲まれたバラストコンデンサCB、変圧器TR、インバータ回路、調光回路、チョップを備える。直流電源から供給される直流電流は、チョップ回路において所定の電位差を有する電圧パルスに変換される。例えば、±20%のゆらぎを持って連続的に供給される12Vの直流電圧は、ピーク電圧が12Vに保たれた矩形波に変換される。次の調光回路では、矩形の直流電圧パルスに対し、パルス幅変調により所望の電流値が設定される。この電流値により、光源の輝度が決まる。所望の電流に設定された直流電流はインバータ回路により交流電流に変換され、この後、変圧器TRに入力される。この変圧器TRは、インバータ回路からの交流電流に、蛍光灯8を点灯させるに十分な高さの電位差を与える。制御回路CTRLにおいて、直流電源から変圧器TRまでの回路を1次側（低電圧）回路、この変圧器TRから蛍光灯8までの回路を2次側（高電圧）回路と呼ぶ。制御回路CTRLの2次側回路にはバラストコンデンサCBが設けられる。バラストコンデンサCBは、蛍光灯8の放電開始に必要な高い交流電圧と放電開始後の蛍光灯8のランプ電圧との差を負担するもので、蛍光灯8の放電電流を適切な値に制限する安定器として機能する。

【0029】図1に示される液晶表示装置（制御回路を除く）の詳細な構造を図2及び図3に概念的に示す。図2及び図3には、（a）液晶表示装置の断面図と（b）夫々の液晶表示装置に据え付けられる照明装置（光源ユニット）の斜視図とが示される。いずれの図においても、液晶表示装置は各々の主面が対向するように配置された一对の基板3とこれらに挟持された液晶層（液晶分子、又はこれとカイラル剤等との混合物が封入され

る）2からなる液晶表示パネルと蛍光灯8が搭載された光源ユニット10を備える。図2（a）及び図3（a）においても、液晶表示素子を構成する夫々の基板3の液晶層2とは反対側の主面には偏光板1が設けられる。また、一对の基板3の少なくとも一つの液晶層2側の主面には、複数の画素（図示せず）が2次元的に配置される。図2（a）及び図3（a）のいずれに示した液晶表示装置においても、そのユーザは図の上側から基板3の主面を通して液晶層の光透過率のパターンとして表示される画像を見る。

【0030】図2に示す液晶表示装置の光源ユニット10は、導光板11の対向し合う両側面に夫々蛍光灯8を配置した構造を有することから、図1に示される照明装置LUMと同じくサイド・ライト型又はサイド・エッジ型と呼ばれる。サイド・ライト型の光源ユニットは、図2に示されるように、上記液晶表示パネルの下面に対向するように配置された四辺形の上面を有する導光板と、その側面（四辺形の少なくとも一边）に沿って配置された管状の蛍光灯8と、この蛍光灯8から導光板の反対側へ輻射される光を導光板の側面に入射させる反射器7と、導光板内をその下面に向けて伝播していく光をその上面に向けて反射させ且つ液晶表示素子の下面に照射させる反射フィルム9とを備える。導光板11の上面と液晶表示素子の下面の間には、例えば一对の拡散フィルム6とこれに挟まれたプリズムシート5を含む光学シート群4が配置される。光学シートとしては、輝度向上のための拡散シート、再帰偏光反射フィルムや、出射光の角度依存性を制御するレンズシートを配置してもよい。上述のように、サイド・ライト型の液晶表示装置では、液晶表示素子の下面は蛍光灯8と対向せず、図2（b）に示す導光板11の上面に対向するように配置される。

【0031】これに対し、図3に示す液晶表示装置は、光源ユニット10における複数の蛍光灯8が液晶表示素子の下面に対向するように（換言すれば、図3（a）に示す如く液晶表示装置の直下に）配置されることから直下型と呼ばれる。直下型の液晶表示装置に用いられる光源ユニット10では、蛍光灯8から図の下側に輻射される光を反射させて図の上側（液晶表示素子の下面）に照射するように反射器7が配置される。反射器7には、複数の蛍光灯8とこれらの間隙とにおける光強度のバラツキを解消するための起伏が形成されることもある。光源ユニット10と液晶表示素子との間には、サイド・ライト型のそれと同様に光学シート群4が配置されているが、サイド・ライト型の光学シート群4で光学ユニット10側に配置される拡散シート6は拡散板6aに置換えられている。上述の複数の蛍光灯8とこれらの間隙とにおける光強度のバラツキを解消するために、光学的なパターンがこの拡散板6aに形成されることもある。

【0032】なお、サイド・ライト型の液晶表示装置の詳細な解説は例えば特開平7-281185号公報（及



びその対応米国特許第5,640,216号)に、直下型の液晶表示装置の詳細な解説は例えば特開平5-257142号公報(及びその対応米国特許第5,432,626号)に夫々記載されている。

【0033】上述の液晶表示装置では、液晶層2への印加電界の増減により、その光透過率を設定して画像を表示する。例えば、液晶層2において、液晶分子をねじれ角が90°前後で配向させたツイステッドネマチック

(TN)型や垂直配向(VA)型のTFT(Thin Film Transistor)駆動の液晶表示装置(所謂、アクティブ・マトリクス型)や、ねじれ角が200から260°で配向させたスーパーツイステッドネマチック(STN)型の時分割駆動の液晶表示装置(所謂、パッシブ・マトリクス型)の液晶表示装置では、液晶層2への印加電界の増加に従って、その光透過率は最大値(白画像)から最小値(黒画像)に変化する。一方、液晶層2に印加する電界を基板面に沿った方向に印加する横電界型(又は、面内スイッチング型)と呼ばれるTFT駆動の液晶表示装置では、液晶層2への印加電界の増加に従って、その光透過率は最小値(黒画像)から最大値(白画像)に変化する。

【0034】TN型や垂直配向型の場合、液晶層2の屈折率異方性 $\Delta n$ とセルギャップ(液晶層2の厚み) $d$ の積 $\Delta n d$ は0.2から0.6 $\mu m$ の範囲がコントラスト比と明るさを両立させる上で望ましく、STN型の場合の $\Delta n d$ は0.5から1.2 $\mu m$ の範囲が、横電界型の $\Delta n d$ は0.2から0.5 $\mu m$ の範囲が好ましい。

【0035】《光源の制御回路》図4は、本発明による光源の制御回路CTRLを図1に示される液晶表示装置に採用したときの(a)インバータ回路に入力される電流波形、(b)変圧器TRの1次側に入力される電流波形、(c)変圧器TRの2次側と蛍光灯8とを接続する2次側回路に直列に配置されたオシロスコープOslにより測定された2次側回路の電流波形、(d)2次側回路に直列に配置された電流計AMMにより測定された2次側回路の実効電流に基づく2次側回路の仮想的な電流波形を夫々示す。

【0036】図5は、図1に示された光源の制御回路の一例を更に具体的に示す。図1のチョッパ回路は図5の電圧制御回路V-Ctrlに、図1の調光回路は図5の電流制御回路C-Ctrl及びパルス幅変調制御素子(集積回路)PWM-Ctrlに、インバータ及び変圧器TRはインバータ変圧器回路Inv-Trsに夫々相当する。また、2次側回路には管電流検知回路I<sub>1</sub>-Sensが設けられている(その機能は後述する)。図5に示される回路図において、抵抗素子はR<sub>v1</sub>、R<sub>v2</sub>のように、容量素子はC<sub>A</sub>、C<sub>V</sub>のように、インダクタンスはL<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>のように、ダイオードはD<sub>A</sub>、D<sub>V</sub>のように、トランジスタはQ<sub>v1</sub>、Q<sub>v2</sub>のように、アルファベット1文字に下付き文字(Subscript)を添

えて表示される。また、変圧器TRに示されたN<sub>p</sub>はその1次側(Primary)のコイルの巻数を、N<sub>s</sub>はその2次側(Secondary)のコイルの巻数を、N<sub>b</sub>はそのバッファ(Buffer)コイルの巻数を、夫々示す。

【0037】図5の制御回路には、光源の点滅制御信号(Blinking Control Signal)Blkが電圧制御回路V-Ctrlに、輝度制御信号(Brightness Control Signal)Br<sub>t</sub>が電流制御回路C-Ctrlに夫々入力される。点滅制御信号BlkがトランジスタQ<sub>v1</sub>に入力されると、直流電源DCSから連続的に供給される電圧V<sub>IN</sub>はダイオードD<sub>V</sub>、トランジスタQ<sub>v2</sub>、及び抵抗素子R<sub>V3</sub>を経て、パルス幅変調制御素子PWM-Ctrlに点滅制御電圧S<sub>(BLK)</sub>として入力される。点滅制御信号Blkに応じて電圧V<sub>IN</sub>が間欠的にパルス幅変調制御素子PWM-Ctrlに入力されることにより、電圧制御回路V-Ctrlからの電圧出力V<sub>DC</sub>は間欠的に断続され、所定のピーク電圧を有する矩形波となる。点滅制御信号Blkが電圧制御回路V-Ctrlに入力されない限り、その電圧出力V<sub>DC</sub>はその入力電圧V<sub>IN</sub>と同様になる。

【0038】なお、本実施例では、図1の制御回路CTRLに入力される直流電流の電位差(図5に示されるV<sub>IN</sub>とV<sub>GND</sub>との電位差)を12Vに設定したが、この電位差は液晶表示装置の仕様に応じて5〜30Vの範囲のいずれかの値に適宜設定され得る。また、図5に示された直流電流の入力端子V<sub>IN</sub>(高圧側)、V<sub>GND</sub>(低圧側)のうち、V<sub>GND</sub>の電位は所謂接地電位に限らず、V<sub>IN</sub>側の電圧に対し所定の電位差を有する所謂制御回路の基準電圧(集積回路におけるV<sub>CC</sub>に対するV<sub>EE</sub>のような電位)としてもよい。

【0039】一方、パルス幅変調制御素子PWM-Ctrlは輝度制御信号Br<sub>t</sub>及び点滅制御電圧S<sub>(BLK)</sub>を受けて、電流制御信号I<sub>C-Ctrl</sub>を電流制御回路C-Ctrlに送る。電流制御回路C-Ctrlには、電圧制御回路V-Ctrlからこれに流れ込む直流電流を遮断するトランジスタQ<sub>C1</sub>が設けられている。トランジスタQ<sub>C1</sub>は、電流制御信号I<sub>C-Ctrl</sub>により動作するトランジスタQ<sub>C2</sub>、Q<sub>C3</sub>からなる相補回路の出力を受けて、電流制御回路C-Ctrlに流れ込む電流を所定の間隔で遮断し、この電流制御回路の次段にあるインバータ変圧器回路Inv-Trsに流れ込む直流電流I<sub>DC</sub>の値を単位時間に対する電流供給(遮断)時間の比を以て決める。パルス幅変調制御素子は、これに入力される点滅制御電圧S<sub>(BLK)</sub>に応じてトランジスタQ<sub>C1</sub>による電流の遮断時間を増減させ、又は点滅制御電圧S<sub>(BLK)</sub>の入力がない期間においてトランジスタQ<sub>C1</sub>が電流を遮断し続けられるように電流制御信号I<sub>C-Ctrl</sub>を発生させることができる。

【0040】本発明による制御回路の動作の一例では、

上記点滅制御信号B1kのバース幅を第1の期間 $\Delta t_1$ と第2の期間 $\Delta t_2$ とで交互に変えて電圧制御回路V-Ctrlに入力する。換言すれば、点滅制御信号B1kを $\Delta t_1 + \Delta t_2$ の周期で変調される。このため、パルス幅変調制御素子PWM-Ctrlに入力される点滅制御電圧 $S_{(b1k)}$ も点滅制御信号B1kに応じて変調される。パルス幅変調制御素子PWM-Ctrlは点滅制御電圧 $S_{(b1k)}$ の電圧パルス間隔の変動を検知し、これから出力される電流制御信号 $I_{ctrl}$ のバース幅又は波形を決める。図4の(a)は、以上の如く設定された電流制御信号 $I_{ctrl}$ による電流制御回路C-Ctrlの出力電流 $I_o$ の波形の一例を示す。

【0041】インバータ変圧器回路Inv-Trsの1次側においては、これに流れ込む直流電流 $I_o$ を例えば25kHz～150kHzの周波数を有する交流電流に変換する。この交流電流の周波数は、例えばノート型コンピュータ用の液晶表示装置では25kHz～40kHzの範囲の、高精細画像を表示するモニタ用又はテレビジョン用の液晶表示装置では40kHz～50kHzの範囲のいずれかの値に夫々設定される。交流電流の周波数は、表示画面を構成する画素数の増加（例えば、表示画像の高精細化により要請される）による画像表示動作の高速化に従い高く設定される傾向にあり、上述の範囲に限られることはない。また、変圧器TRsの仕様に応じて周波数の設定範囲は相違し、例えば圧電型トランスを用いる場合は100kHz～150kHzという高い周波数範囲が推奨されるが、液晶表示装置による表示画像の高精細化により上述の範囲より高い周波数に設定されることもある。上述のような周波数を有する交流電流を、光源の制御回路の2次側に発生させ且つ蛍光灯8に供給させることで、蛍光灯8をその長手方向により一様に点灯させる。1次側回路において変圧器TRに入力する交流電流は電流制御回路C-Ctrlによって期間 $\Delta t_1$ 、 $\Delta t_2$ 毎に与えられた電流値に応じた電流振幅を有する波形を示す。図4の(b)は、1 \*

\* 次側回路から変圧器TRに入力する交流電流の波形の一例を示す。

【0042】一方、変圧器TRの2次側から出力される交流電流を図1に示す如く蛍光灯8に直列に接続されたオシロスコープOs1で測定すると、図4の(c)に示すような波形が得られる。この波形では、期間 $\Delta t_1$ においてフラット（Flat）になっている。これは、蛍光灯8がその内部で放電が生じている場合は抵抗素子 $R_1$ として働き、この放電が生じない場合はその内部において電流経路を遮断するためによる。蛍光灯8に代表される放電管は、その内部でグロー放電を発生させることにより光を直接的又は間接的に輻射する。図6には放電管の電極間に印加される電圧とこれに供給される電流（放電電流）との関係の一例が示される。

【0043】蛍光灯、特に冷陰極管では、その内部で正規グロー放電を発生させることが、これを光源として動作させる上で望ましい。放電管内で正規グロー放電を発生させるには少なくとも $2 \times 10^{-4}$  A以上、望ましくは $1 \times 10^{-3}$  A（1 mA）以上とすることが望ましい。一方、放電管内における放電は、これに供給される電流が $2 \times 10^{-5}$  A未満となったときに自続不能となるが、蛍光灯ではこれよりも遥かに高い電流値、例えば $1 \times 10^{-3}$  A（1 mA）を下回ったときでも放電が停止することがある。現に本発明者らは、その保証寿命に対する定格電流が6 mAの冷陰極管において、これに供給される電流が2 mAに低下したときに放電が停止する可能性を実験的に確認した。このような事情から、期間 $\Delta t_1$ における図4の(b)と(c)との電流波形が相違する現象が生じ得る。

【0044】図4の(c)に示される電流波形を正弦波とみなすと、期間 $\Delta t_1$ におけるその電流ピークの差から求まるピーク電流値 $I_{p1}$ に対し、実効電流値 $I_{eff1}$ は次式で求まる。

【0045】

$$【数1】 \quad I_{eff1} = I_{p1} / 2^{1/2} \approx I_{p1} \times 0.707 \quad \dots (1)$$

2次側回路の実効電流値は、図1において蛍光灯に直列に接続された電流計AMMで測定することもできる。しかしながら、期間 $\Delta t_1 + \Delta t_2$ が短いと、これにより測定される実効電流値は、第1の期間 $\Delta t_1$ の供給電流と第2の期間 $\Delta t_2$ の供給電流とをともに反映した値 $I_{eff} (0)$ にならざるを得ず、第1の期間及び第2の期間における実効電流値を別々に示すことはできない。この場合においても、交流電流の実効電流値 $I_{eff} (0)$ に対し、その波形を正弦波と仮定すると、そのピーク電流値 $I_{p1} (0)$ と実効電流値 $I_{eff} (0)$ との間には(1)式の関係が成り立つ。この関係から電流計AMMで測定された実効電流値 $I_{eff} (0)$ に基づく仮想的な電流波形が図4の(d) 50

に示す如く描ける。

【0046】図1の2次側回路において、蛍光灯8に印加される実効電圧値は、これに並列に接続されたオシロスコープOs2で測定される電圧波形から第1の期間 $\Delta t_1$ 及び第2の期間 $\Delta t_2$ に対応する値 $V_{eff}$ が夫々得られる。しかし、この実効電圧値を蛍光灯8に並列に接続された電圧計VMTで測定すると、第1の期間 $\Delta t_1$ の印加電圧と第2の期間 $\Delta t_2$ の印加電圧とをともに反映させた値 $V_{eff} (0)$ とならざるを得ない。なお、オシロスコープOs2で測定される第1の期間 $\Delta t_1$ 及び第2の期間 $\Delta t_2$ における夫々の電圧波形からピーク電圧値 $V_{p1}$ を求め、この値を(1)式の $I_{p1}$ に代入することにより、夫々の期間の実効電圧値

$V_{eff}$  は(1)式の  $I_{eff}$  として算出できる。

【0047】上述の電流計AMM及び電圧計VMTには、例えば、交流電流を整流し、直流に変換してその実効電流値及び実効電圧値を測定する所謂トランスデューサ方式のアナログ計器を用いる。また、1/4二乗差方式による電力トランスデューサで電力値( $I_{eff} \times V_{eff}$  の積)を直接計測してもよい。さらに、これらアナログ計器に代えて、平均値整流形交流電圧計や時分割掛算方式による電力計等のデジタル計器を用いてもよい。

【0048】2次側回路には蛍光灯8と直列にバラスト・コンデンサCB等の放電安定化素子が接続されている。図1や図5に示される制御回路の2次側での変圧器TRの出力電圧 $V_{TR}$ 、蛍光灯8の電極間に印加される電圧(ランプ電圧) $V_L$ 、及びバラストコンデンサCBに印加される電圧 $V_C$ は、次式の関係にある。

【0049】

$$\begin{aligned} \text{【数2】 } V_{TR} &= V_L + V_C \\ &= V_L + (I_L / j\omega C_0) \dots (2) \end{aligned}$$

(2)式において、 $I_L$ は蛍光灯8に供給されるランプ電流で、 $V_{TR}$ 、 $V_L$ 、及び $V_C$ を実効電圧値とすると、 $I_L$ は上述の $I_{eff}$ となる。 $C_0$ はバラストコンデンサCBの容量、 $\omega$ は交流電流の角周波数であり、 $j$ はバラストコンデンサの容量が2次側回路のインピーダンスの虚数部(リアクタンス)であることを示す。

【0050】一方、蛍光管8はその内部で放電が生じているとき抵抗素子 $R_L$ として振る舞うが、その抵抗値はランプ電流 $I_L$ の上昇とともに減少する。この特性は、蛍光灯8の「ランプ電流 $I_L$ 対ランプ電圧 $V_L$ 曲線」として図7に例示される。(2)式において、変圧器TRの出力電圧 $V_{TR}$ を一定とすると、蛍光灯8に供給されるランプ電流 $I_L$ によりバラストコンデンサCBに印加される電圧 $V_C$ が決まり、これにより蛍光灯8の電極間に印加されるランプ電圧 $V_L$ が決まる。このような過程の後、2次側回路において(2)式の関係が概ね成り立つとき、蛍光灯8は安定に放電する。この条件は、図7において、上記蛍光灯のランプ電流 $I_L$ 対ランプ電圧 $V_L$ 曲線と「ランプ電流 $I_L$ 対「変圧器出力電圧-バラストコンデンサ電圧の電位差( $V_{TR} - V_C$ )」の曲線」との交点として示される。

【0051】本発明による光源の点灯方法を図1に示す液晶表示装置に適用した一例として、上記第1の期間 $\Delta t_1$ を10msec。(ミリ秒=10<sup>-3</sup>秒)に設定して実効値10mAのランプ電流 $I_L$ を蛍光灯8に供給し、上記第2の期間 $\Delta t_{11}$ を6.7msec.に設定して蛍光灯8へのランプ電流 $I_L$ の供給を休止する動作を繰り返した。この場合、一周期 $\Delta t_1 + \Delta t_{11} = 16.7$ msec.の60%に相当する期間( $\Delta t_1 / (\Delta t_1 + \Delta t_{11})$ )に限って蛍光灯8にランプ電流が供給されるため、蛍光灯8は60%のデューティ比(Du

ty Ratio)で点滅を繰り返すことになる。2次側回路におけるランプ電流 $I_L$ は、蛍光灯8に直列に結線されたオシロスコープOs1の電流波形をモニタし、そのピーク電流差 $I_{peak}$ が14.1mA(10mAの実効電流 $I_{eff}$ の2<sup>1/2</sup>倍に相当…図4(c)参照)となるように1次側回路の調光回路に入力する輝度制御信号B1kを調整して制御した。このように蛍光灯8を周期的に点滅させたとき、蛍光灯8に並列に結線されたオシロスコープOs2で得られた上記第1の期間 $\Delta t_1$ の電流波形のピーク電位差 $V_L(peak)$ より蛍光灯8のランプ電圧の実効値 $V_L$ は617Vであった。

【0052】一方、この点滅動作の一周期において、蛍光灯8に供給されるランプ電流の実効値 $I_L$ をデューティ比100%(点滅せずに連続的に点灯)に換算すると6mAとなる。この「 $\Delta t_1 + \Delta t_{11}$ 」からなる一周期を巨視的に見たランプ電流の実効値 $I_{eff}$ (0)に基づき、図4の(d)に示される電流波形が假想的に描ける。蛍光灯8に直列に結線された電流計AMM及び並列に結線された電圧計VMTは、上述のとおり、上記一周期の時間がある程度短くなると、この一周期又はこれを複数回繰り返したときの2次側回路の実効電流及び実効電圧を巨視的に捉えた値として示す。上述のように蛍光灯8を周期的に点滅させたとき、電流計AMM及び並列に結線された電圧計VMTで夫々測定されたランプ電流の実効値 $I_L$ は6mA、ランプ電圧の実効値 $V_L$ は約900Vであった。

【0053】上述の光源の点滅動作に用いた蛍光灯と同じ仕様の蛍光灯をランプ電流 $I_L$ の実効値を6mAに設定し且つデューティ比100%で動作させた場合(連続点灯の場合)、ランプ電圧の実効値 $V_L$ は同様に675Vであった。これらの値は、上述の点滅動作の場合と同じく、オシロスコープOs1、Os2の波形から算出した値及び電流計AMM並びに電圧計VMTで測定した値のいずれにおいても大きな誤差を含むことなく略一致した。

【0054】図1に示される液晶表示装置を用い、液晶表示パネルPNIの一部の画素群を白表示させた条件において、上述のように蛍光灯8を点滅するように動作させた場合と、連続的に点灯するように動作させた場合とで、液晶表示パネルPNIの上記一部の画素群を透過する光の輝度を比較したところ、互角であった。ここでいう白表示とは、上記一部の画素群に対応する液晶層への印加電界を、この液晶層の光透過率が最大となるように設定する液晶表示パネルの動作を示す。上記白表示された一部の画素群において、100cd(カンデラ)/m<sup>2</sup>の輝度を得るために蛍光灯8が消費した電力を比較すると、蛍光灯8を点滅させる動作条件(10mA-Duty:60%)では7.4W/100cdとなり、蛍光灯8を連続的に点灯させる動作条件(6mA-Duty:100%)での8.1W/100cdに比べて低かった。この実験結果は図

12を用いて後述するが、いずれの電力値も、図1のオシロスコープOs1で得られたランプ電流 $I_L$ のピーク電流差から算出した実効値 $I_{e,r,r}$ と、オシロスコープOs2で得られたランプ電圧 $V_L$ のピーク電位差から算出した $V_{e,r,r}$ との積として求めた。

【0055】なお、図1に示す2次側回路には、蛍光灯8とバラストコンデンサCBとが含まれるが、後者はこれに流れる電流の波形がこれに印加される電圧の波形に対して位相差を有するため、リアクタンスとして働く。このため、変圧器TRから2次側回路に供給される電力は、事実上、蛍光灯8のみにより消費される。

【0056】従って、上述のような所定の輝度を得るに必要な光源の消費電力量を低減するに好適な光源の点滅動作は、次の項目に特徴づけられる。

【0057】項目(a)…第1の期間： $\Delta t_1$ における所定のランプ電流の光源(蛍光灯)への供給と第2の期間： $\Delta t_2$ における上記光源へのランプ電流の供給の休止を繰り返す光源の動作において、

\*項目(b)…上記所定のランプ電流の波形から求まるピーク強度： $I_{p,-}$ 及び上記第1の期間に上記光源に印加されるランプ電圧の波形から求まるピーク強度： $V_{p,-}$ から算出される電力値： $\{(\Delta t_1 \times I_{p,-} \times V_{p,-}) / 2\}$ が、

項目(c)…上記第1の期間及び第2の期間からなる1周期： $(\Delta t_1 + \Delta t_2)$ にて測定されるランプ電流の実効値： $I_{e,r,r}$ 及びランプ電圧の実効値： $V_{e,r,r}$ から求められる電力値： $\{(\Delta t_1 + \Delta t_2) \times (I_{e,r,r} \times V_{e,r,r})\}$ より小さくするように上記所定の電流の供給条件を制御する。

【0058】項目(b)に規定される電力値 $P_1$ は、2次側回路に図1に示す如く夫々接続されたオシロスコープ又はこれに類似する計測器で測定された上記ランプ電流及びランプ電圧の「波形」から夫々ピーク強度： $I_{p,-}$ 、 $V_{p,-}$ を求め、これらを基に夫々の実効値： $I_{e,r,r}$ 、 $V_{e,r,r}$ から次の式に従い算出する。

【0059】

$$\begin{aligned} \text{【数3】} \quad P_1 &= \Delta t_1 \times I_{p,-} \times V_{p,-} \\ &\quad - \Delta t_1 \times (I_{p,-} / 2^{1/2}) \times (V_{p,-} / 2^{1/2}) \\ &= (\Delta t_1 \times I_{p,-} \times V_{p,-}) / 2 \end{aligned}$$

…(3)

項目(c)に規定される電力値 $P_2$ は、2次側回路に図1に示す如く夫々接続された電流計及び電圧計から実効値： $I_{e,r,r}$ 、 $V_{e,r,r}$ を測定し、これを基に算出される。なお、(c)における $I_{e,r,r}$ 、 $V_{e,r,r}$ は $(\Delta t_1 + \Delta t_2)$ からなる上記周期における夫々の物理量を巨視的に捉えて得た値であり、上記(3)式の

$I_{e,r,r}$ 、 $V_{e,r,r}$ とは定義は異なる。

【0060】項目(b)及び(c)のいずれの電力値も、上記点滅の一周期に消費される電力として、その電力とこれを供給する時間との積で定義される。

【0061】本発明による液晶表示装置の光源の制御回路及び光源の点灯動作において、上記点滅の一周期における消費電力が上述のように「 $P_1 < P_2$ 」となる理由は以下のとおりである。2次側回路においてバラストコンデンサCBに印加される電圧は上記(2)式から明らかなように2次側回路に流れる電流(ランプ電流：

$I_L$ )に比例する。このため、変圧器TRの2次側出力電圧 $V_{TR}$ を一定とした場合、所定の2次側回路に流れる電流 $I_L$ に対応して、蛍光灯8の電極間に印加される電圧 $V_L$ が決まる。蛍光灯8の点滅動作において、この $I_L$ と $V_L$ とを図1に示すようにオシロスコープOs1、Os2で測定された波形を基に上記第1の期間 $\Delta t_1$ と第2の期間 $\Delta t_2$ とに分けて微視的に求める場合、第1の期間 $\Delta t_1$ における $V_L$ の実効値には $\Delta t_1$ にて2次側回路に流れる $I_L$ の実効値に対応する蛍光灯8の抵抗値 $R_L$ が反映される。第2の期間 $\Delta t_2$ では、蛍光灯8内部の放電の休止により蛍光灯8の抵抗 $R_L$ は無限

大となるため、2次側回路における $I_L$ の実効値は実質上「0」となり、この期間における蛍光灯8の電力消費量も「0」となる。これにより、 $P_1$ は第1の期間 $\Delta t_1$ における蛍光灯8の電力消費量として決まる。

【0062】これに対し、 $I_L$ と $V_L$ を図1のように電流計AMM及び電圧計VMTにより第1の期間 $\Delta t_1$ と第2の期間 $\Delta t_2$ とを纏めて巨視的に測定する場合、 $V_L$ の実効値は「 $\Delta t_1 + \Delta t_2$ 」の期間における $I_L$ の実効値に対応して決まる。このため、 $V_L$ の実効値は「 $\Delta t_1 + \Delta t_2$ 」の期間における蛍光灯8の抵抗 $R_L$ をこの期間における $I_L$ の実効値に対応した巨視的な値として反映する。従って、 $V_L$ の実効値には期間 $\Delta t_1$ 及び $\Delta t_2$ における蛍光灯8の抵抗値の変動が反映されず、また上記「 $\Delta t_1 + \Delta t_2$ 」の期間における $I_L$ の実効値も期間 $t_1$ において微視的に求められた $I_L$ の実効値に比べて小さくなるため、図7に示されるランプ電流 $I_L$ 対ランプ電圧 $V_L$ の曲線に従って上昇する。このような事情により、上記微視的な測定と巨視的な測定とにおいて、「 $\Delta t_1 + \Delta t_2$ 」の期間における2次側回路に供給される $I_L$ の積分値が等しくとも、後者におけるランプ電圧 $V_L$ の上昇に応じて「 $P_1 < P_2$ 」となる関係が成り立つ場合がある。

【0063】この関係の成立の可否は後述する $\Delta t_1$ と $\Delta t_2$ との時間の設定に依存する。例えば、特開平9-266078号公報に記載のように双方の時間を2次側回路の交流電流の周波数の逆数に合わせて $10^{-4}$ 秒未満に設定すると、微視的な測定と巨視的な測定により得

られる2次側電流の実効値に殆ど相違が認められなくなる。これに対し、本発明による蛍光灯の点灯動作では $\Delta t_1$ と $\Delta t_2$ との時間がインバータ回路で発生される(上記2次側回路の)交流電流の周波数の逆数より大きく設定されるため、例えば1次側回路にて $\Delta t_1$ と $\Delta t_2$ の夫々の期間に複数の交流パルスが生成されるため、微視的な測定と巨視的な測定により得られる2次側電流の実効値に差が生じ得る。

【0064】《蛍光灯の仕様と光源回路の設定及び動作》本発明による液晶表示装置の光源の制御回路及び光源の点灯動作においては、このような「 $P_1 < P_2$ 」なる関係を例えば図1に示す1次側のチョッパ回路による電圧制御と調光回路による電流制御とで設定する。この調光回路による電流設定においては、上記第2の期間 $\Delta t_2$ に1次側回路にある程度の電流 $i_2$ が生じることが許容される。その理由は、図4の(b)と(c)とを参照して既に述べたとおり、1次側回路に電流 $i_2$ が生じて、これに対応する2次側回路の交流電流が放電管(本実施例では蛍光灯)内の自続放電の可否を決める放電電流の臨界値を下回ると放電管内の放電は止まるからである。また、既述のとおり、蛍光灯、特に冷陰極管の放電が、2次側回路の電流値(実効値)がその定格電流(実効値)の $1/3$ に相当する2mAに下がったとき休止する可能性も見出された。一方、2次側回路に生じる交流電流の実効値は、1次側回路に生じるそれに対応する。従って、上記第1の期間 $\Delta t_1$ に蛍光灯をその定格電流で点灯させ且つこの蛍光灯を上記「 $P_1 < P_2$ 」なる関係を満たすように動作させるには、上記1次側回路にて上記第2の期間 $\Delta t_2$ に生じる交流電流の実効値は、第1の期間 $\Delta t_1$ に1次側回路に発生させる交流電流の実効値の $1/3$ 未満に抑えるように調光回路を制御せねばならない。

【0065】第1の期間における蛍光管の点灯をその定格電流で行なう場合、上記電力値「 $P_1 < P_2$ 」の関係は成立させることができるが、図1において蛍光管8から放出された光を液晶表示パネルPNLに通すと、この液晶表示パネルPNLに形成される画像が十分な明るさで表示できない可能性が残る。従って、本発明による蛍光灯の点灯動作を液晶表示装置に適用する場合、第1の期間に蛍光灯に供給する2次側回路の交流電流(ランプ電流)を高く設定することが望ましい。

【0066】ランプ電流(実効値) $I_L$ の設定には、例\*

$$\text{【数4】 } I_L(0) \geq I_L \times \{\Delta t_1 / (\Delta t_1 + \Delta t_2)\} \quad \dots (4)$$

1次側回路における第1の期間 $\Delta t_1$ の電流値 $i_1$ と第2の期間 $\Delta t_2$ の電流値 $i_2$ との望ましき関係は、2次側回路における第1の期間 $\Delta t_1$ の実効電流値 $I_L$ を上記ランプ電流定格 $I_L(0)$ の何倍に設定するか依存するが、これらの電流値の比： $i_2/i_1$ を $1/3$ 未

\*例えば、蛍光灯(冷陰極管等)の仕様書(Specification)に記載されたランプ電流値(実効値)を参照する。この仕様書は、蛍光灯の製造者又はこの蛍光灯を搭載した液晶表示装置の製造者により、製品の出荷時にその製品に添付される。この仕様書に記載されたランプ電流値は、蛍光灯の輝度が点灯開始時の値の50%(70%と定義される場合もある)に低下するまでに要する点灯時間として定義される当該蛍光灯の保証寿命に対応する。また、この仕様書には、上記ランプ電流値における蛍光灯の点灯動作に適したランプ電圧値(実効値)が記載される。これらのランプ電流値及びランプ電圧値は、通常、蛍光灯が所定の温度を超えることなく上記保証寿命に亘り点灯させることができる条件を定めた連続使用定格(continuous-duty rating)として示される。本明細書では、仕様書に記載された上述のランプ電流値及びランプ電圧値をランプ電流定格(lamp current rating)及びランプ電圧定格(lamp voltage rating)と便宜的に記す。

【0067】本発明による液晶表示装置では、2次側回路において上記第1の期間 $\Delta t_1$ に蛍光灯8に供給するランプ電流(実効値) $I_L$ は、このランプ電流定格より大きく設定する。このランプ電流の実効値 $I_L$ は、例えば、制御回路CTRLの1次側の調光回路における直流電流のパルス幅を変調で調整される。調光回路における電流制御は、上記ランプ電流定格に対応する1次側回路の交流電流(実効値)に対し、第1の期間 $\Delta t_1$ において実効電流値を高く、第2の期間 $\Delta t_2$ において実効電流値を低く設定する。

【0068】蛍光灯の自続放電を決める2次側回路の電流の臨界値は、蛍光灯の仕様により若干の変動はあるものの、内径5mm以下の冷陰極管にして2mA又はそれ以下と見込まれる。従って、上記第2の期間 $\Delta t_2$ における1次側回路の交流電流の実効値を2次側回路の実効電流値：2mAに対応する1次側回路の実効電流値よりも低くすることが推奨される。

【0069】第1の期間 $\Delta t_1$ 及び第2の期間 $\Delta t_2$ の時間の設定例に関しては追って詳述するが、上記ランプ電流定格 $I_L(0)$ に基づき上述の如く設定されるランプ電流の実効値 $I_L$ に対し、次式を満たすように設定することが推奨される。

【0070】

満、望ましくは $1/3n$ 以下(但し、 $n = I_L/I_L(0)$ 、 $n > 1$ )となる。

【0071】上記倍率 $n$ の設定は、液晶表示パネルに求められる明るさの観点から下限を、蛍光管の劣化防止の観点から上限を検討することが望ましい。実験及び冷陰

極管に関する文献を考慮した結果、その推奨される範囲は $1.2 \leq n \leq 2.5$ 、より望ましくは $1.5 \leq n$ 又は $n \leq 2.0$ であると導かれた。

【0072】一方、仕様書の紛失等で蛍光灯のランプ電流定格が不明な場合は、蛍光灯の自続放電が停止する臨界電流値（実効値）を求めた上で、上記第1の期間 $\Delta t_1$ における1次側回路の交流電流の実効値： $i_1$ 又は2次側回路の実効電流値： $I_L$ を設定してもよい。例えば、2次側回路の実効電流値が $1 \sim 2$  mAの範囲で蛍光灯の放電が休止する場合、この臨界値（又はこれに対応する1次側回路の交流電流の実効値）に対して、第1の期間 $\Delta t_1$ における2次側回路の実効電流値： $i_1$ （又は1次側回路の交流電流の実効値： $i_1$ ）をその5倍より大きく且つ10倍以下の値の範囲で変化させて液晶表示装置の明るさを確認し、この範囲におけるいずれかの値に設定するとよい。

【0073】本実施例において、特に液晶表示装置の光源を「 $\Delta t_1 + \Delta t_2$ 」の期間において「微視的な消費電力値 $P_1$ 、巨視的な消費電力値 $P_2$ 」なる条件で動作させるには、制御回路CTRLの2次側の電圧配分にも配慮することが望ましい。

【0074】上述したランプ電流定格及びランプ電圧定格を有する蛍光灯に対し、この動作に好適な制御回路（通常、インバータと呼ばれる製品）は、その仕様書に記載された出力電流並びに出力開放電圧（Starting Voltage）とこの制御回路が対応し得る蛍光灯の管径（tube diameter）及び管長（overall length）を参照して選ばれる。出力開放電圧とは、図1に示されるような制御回路CTRLの2次側に接続された蛍光灯などの管球の内部での放電を開始するのに要する電圧である。蛍光灯に限らず管球に設けられた一対の電極は、その内部が無放電状態のとき、この一対の電極間で2次側回路は開放されている。この管球内に放電を発生させる際に、この一対の電極の間に一時的に印加されるランプ電圧より高い電圧が出力開放電圧である。この一対の電極に出力開放電圧が印加される時点では、2次側回路に電流は実質上生じない。このことから、図7において制御回路CTRLの変圧器TRの2次側出力電圧 $V_{TR}$ を放電開始時と放電開始後とで変化させない場合、この制御回路における出力開放電圧は出力電圧 $V_{TR}$ に相当する。

【0075】冷陰極管（蛍光灯の一種）用の制御回路として、1次側の直流電源入力電圧が12V、2次側の出力電流が5mA、動作周波数（（2）式の $\omega$ ）が55kHzであり且つ出力開放電圧が互いに異なる3種類の製品A、B、Cを例示し、夫々の製品の適用が推奨される冷陰極管の管径及び管長について以下に述べる。この製品A、B、Cの出力開放電圧は、Aで900V、Bで1200V、Cで1350Vとなる。これらの製品A、B、Cはいずれも1本の冷陰極管に対応されて設計された制御回路である。これに対し、2.6mmφ又は3.

0mmφの管径（外径）を有する冷陰極管の点灯動作において、その冷陰極管の管長が60～130mmの範囲にある場合には上記製品Aを、その冷陰極管の管長が110～180mmの範囲にある場合には上記製品Bを、その冷陰極管の管長が150～220mmの範囲にある場合には上記製品Cを、夫々利用することが推奨される。一方、4.1mmφの管径を有する冷陰極管の点灯動作において、その冷陰極管の管長が60～160mmの範囲にある場合には上記製品Aを、その冷陰極管の管長が130～220mmの範囲にある場合には上記製品Bを、夫々利用することが推奨される。

【0076】上述の管径及び管長は、図8の冷陰極管にてOD及び $l_1$ として示された部位の寸法として定義される。この3種類の製品の比較から明らかなように、冷陰極管の放電開始に要する出力開放電圧は、この管長が長いほど、或いはこの管径が小さいほど、上昇する。ここで述べた冷陰極管用の制御回路に限らず、蛍光灯8に交流電流を供給する回路は、放電動作中の蛍光灯が示す抵抗と、この蛍光灯に直列に接続されたバラストコンデンサやインダクタンス等の素子が示すリアクタンスとからなるインピーダンスを有する。従って、互いに異なる出力開放電圧を有する上記3種類の制御回路を比較すると、夫々の変圧器の2次側出力電圧及びバラストコンデンサ等のリアクタンスの少なくとも一に相違が見られる。

【0077】近年では、液晶表示装置の対角寸法の拡大に応じ、例えば対角寸法15インチのモニタ用液晶表示装置に管長310mmの冷陰極管が、対角寸法18インチのモニタ用液晶表示装置に管長390mmの冷陰極管が、夫々用いられる傾向にある。これらの冷陰極管の管径（外径）を4.1mmφに拡大すれば、上述の2.6mmφ又は3.0mmφの管径と150～220mmの範囲にある管長を有する冷陰極管に推奨される上記製品Cをその交流電流供給回路として用いることができる。

【0078】5mAのランプ電流定格を有する管径2.6mmφ、管長170mmの冷陰極管を備えた図3に示す液晶表示装置の例では、上述の製品B、Cの制御回路が夫々の冷陰極管に利用することができる。なお、この液晶表示装置に備えられた冷陰極管の内径（図8のID）は2.0mmφで、各々の冷陰極管には図5に示される制御回路が備えられる。

【0079】この液晶表示装置を用いて、本発明による光源点灯をデューティ比50%、第1の期間 $\Delta t_1$ のランプ電流10mAに設定して行う例で、製品Bと製品Cとを比較する。製品Bを用いた場合、その2次側回路のリアクタンスの大きさ（バラストコンデンサの容量の小ささ）ゆえ、2次側回路に生じる10mAのランプ電流でバラストコンデンサ（リアクタンス素子）に掛かる電圧 $V_C$ が上昇する。従って、冷陰極管の電極間に掛かる電圧 $V_R$ が、そのランプ電流10mAでの放電に要するラ



ランプ電圧を下回るため、第1の期間 $\Delta t_1$ における冷陰極管の放電が不安定となる。この状況は、図7の $V_{TR} - V_{C1}$ の関係を参照することで理解され得る。このため、製品Bでは1次側回路の入力電圧 $V_{IN}$ を高めるか、又は変圧器TRの2次側コイルの巻数 $N_s$ を増やすことにより、変圧器TRの2次側出力電圧 $V_{TR}$ を高めて第1の期間 $\Delta t_1$ における冷陰極管の放電を安定化させることが必要となる。この処置は、図7に示される $V_{TR} - V_{C1}$ の関係を $V_{TR}' - V_{C1}$ の関係に変えることに擬えられる。一方、製品Cを用いた場合、その2

【0080】以上の比較を、図1の2次側回路を参照して纏めると、次の結論が得られる。蛍光灯8に印加される電圧 $V_L$ は、変圧器TRの出力電圧 $V_{TR}$ からバラストコンデンサCBに印加される電圧 $V_C$ を引いた差として決まる。このバラストコンデンサ等の素子に印加される電圧 $V_C$ は、2次側回路に流れる電流（放電が生じている蛍光灯8内に流れるランプ電流 $I_L$ ）に比例し、バラストコンデンサの容量Cに反比例する。このため、蛍光灯8に供給するランプ電流 $I_L$ を大きくするに伴い、バラストコンデンサCBに生じる電圧 $V_C$ が上昇し、蛍光灯8に印加されるランプ電圧 $V_L$ が降下する。上述のように、第1の期間 $\Delta t_1$ に蛍光灯8に供給するランプ電流 $I_L$ を大きくする場合は、上記2次側回路において蛍光灯8に印加される電圧 $V_L$ が、このランプ電流 $I_L$ による蛍光灯8の安定な放電に適したランプ電圧値（図7の「ランプ電流 $I_L$ 対ランプ電圧 $V_L$ 」の曲線で決まる）を著しく下回らないようにする。

【0081】従って、本発明による光源動作においては、蛍光灯に接続される制御回路の変圧器TRの出力電圧 $V_{TR}$ を通常より高く設定し、またはバラストコンデンサCBの容量Cを通常より大きくして、上記第1の期間 $\Delta t_1$ に供給するランプ電流 $I_L$ での蛍光灯8の放電に適したランプ電圧 $V_L$ を確保する。ここでいう「通常」の値とは、この蛍光灯の連続使用定格に対応して選ばれる制御回路における変圧器の出力電圧 $V_{TR}$ であり、バラストコンデンサの容量Cである。これらの値は、例えば蛍光灯の管長に対応するため、所定の管長を有する蛍光灯で本発明による点灯動作を行う場合、この所定の値の10%以上、さらに望ましくは20%以上の管長を有する蛍光灯の連続使用定格に適した制御回路を利用することが推奨される。

【0082】なお、上述した蛍光灯のランプ電流定格及びランプ電圧定格は、その管長及び管径の他に、その形

状（例えば、円筒状、又はこれを曲げたL字状、U字状等）にも依存する。また、図8に示す円筒状の蛍光灯の場合、そのランプ電流定格及びランプ電圧定格は、蛍光灯の長さ $l_L$ （ランプ長とも呼ばれる）、ランプ長方向に交差する断面における内径IDと外径ODとの比、及びその内部に封止されるガス（水銀等）の量にも依存する。

【0083】蛍光灯の保証寿命は、その管内における水銀の消耗、又は蛍光体の劣化による輝度低下の進行によっても左右される。輝度低下の原因の前者は、蛍光灯内に封止された水銀ガスが合金（アマルガム）を形成することにより、この内壁に塗布された蛍光体を励起する紫外線が発生し難くなる現象に基づく。輝度低下の原因の后者は、蛍光灯の内壁に塗布された蛍光体の劣化により、紫外線に対する可視光の発生量が低下する現象に基づく。

【0084】蛍光体の劣化は、蛍光灯の管長 $l_L$ （cm）に対する蛍光灯への供給電力（ランプ入力）P（W）の比： $P/l_L$ で決まる管壁負荷が大きいほど進行が著しい。このため、冷陰極管では管壁負荷が0.10～0.15の範囲に収まるようにランプ入力電力を設定することが多い。しかしながら、本発明による光源動作では上記第2の期間にて蛍光灯内部の電流が実質的に遮断される。従って、上記第1の期間における蛍光灯の点灯動作を連続点灯に比べて管壁負荷の高い条件で行なっても内壁に塗布された蛍光体の劣化をある程度抑制できる。例えば、第1の期間におけるランプ入力 $P_1$ を管壁負荷（ $P_1/l_L$ ）が0.2W/cmより大きくなるように設定し、望ましくは0.22W/cm以上とする。また、第2の期間におけるランプ入力 $P_2$ は管壁負荷が0.1W/cm以下となるように設定することが望ましい。但し、第1期間のランプ入力 $P_1$ を高くし過ぎると、本発明による光源動作でも蛍光体の劣化が加速される。従って、ランプ入力 $P_1$ の設定には上限を設けることが望ましく、例えば、管壁負荷（ $P_1/l_L$ ）を0.3W/cm以下に抑えるとよい。

【0085】≪第1の期間 $\Delta t_1$ 及び第2の期間 $\Delta t_2$ の時間設定≫上述のように、液晶表示装置に備えられた蛍光灯に所定のランプ電流を間欠的に供給する動作において、第1の期間： $\Delta t_1$ （供給期間）におけるランプ電流のピーク強度： $I_{Lp}$ と蛍光灯の電極間に印加されるランプ電圧のピーク強度： $V_{Lp}$ とから算出される電力値： $P_1 = \{ (\Delta t_1 \times I_{Lp} \times V_{Lp}) / 2 \}$ が、上記第1の期間及び第2の期間（点灯休止期間）からなる1周期： $(\Delta t_1 + \Delta t_2)$ にて測定されるランプ電流の実効値： $I_{Lr}$ 及びランプ電圧の実効値： $V_{Lr}$ から求められる電力値： $P_2 = \{ (\Delta t_1 + \Delta t_2) \times (I_{Lr} \times V_{Lr}) \}$ より小さくしたとき、蛍光灯の輝度はこれを上記電力値： $P_2$ にて上記第1及び第2の期間を通して点灯したときの輝度よりも

高くなることが実験的に認められた。一般に蛍光灯の輝度は、この電極間に供給される交流電流の実効値より最大値と最小値の差（ピーク強度）に依存するため、これを上記電力値： $P_2$ にて連続的に点灯しても、交流電流の波形が正弦波よりピーク強度が大きくなるように設定されれば輝度も高くなる。

【0086】しかし、本発明によれば、液晶表示装置に備えられた蛍光灯に対し上記第1の期間におけるランプ電流供給と上記第2の期間におけるランプ電流供給の休止とを交互に行いながら、その輝度が高められる。このような利点を得るには、上述の第1の期間： $\Delta t_1$ と第2の期間： $\Delta t_2$ との時間設定を考慮することが望ましい。上述のように第1の期間に供給されるランプ電流をそのピーク強度がより大きくなるように設定すると蛍光灯の輝度が上昇するとともにその温度も上昇する。蛍光灯の温度が或る値に達すると蛍光灯の輝度は減少に転じる。従って、第1の期間に蛍光灯に供給される第1電流の波形に対応した輝度の光を光源内で損失することなく取り出すには、第1の期間 $\Delta t_1$ を第1電流の供給による蛍光灯の温度上昇が或る値に到達する所要時間より短く設定することが望ましい。

【0087】図9は、光源の一つとして用いられる冷陰極管に関し、(a)この温度（管内における水銀蒸気圧）と輝度の関係、及び(b)これに設けられた一対の電極に供給される電流と輝度の関係を示す。冷陰極管に限らず管内に設けられた電極間に交流電流を通し、これにより管内に封止されたガス等を励起して点灯を行う蛍光灯やキセノンランプではガス等の励起により発生する陽光柱から輻射される光を光源として利用する。図8に示されるように、陽光柱Yokは電極間距離 $l_1$ 。に対して双方の電極近傍にて暗部を生成する輝度分布を有する。上記冷陰極管の温度は、これに生じる陽光柱の輝度が電極間において最大となる（飽和する）領域 $l_1$ 。又はこの最大値の90%以上となる領域にて、この外壁に温度センサを設けて測定された値として示される。

【0088】冷陰極管の輝度は、図9(a)が示すごとく、その管内の水銀蒸気圧、換言すれば管内に存在する水銀ガスの量に依存し、この水銀ガス量が或る値（この例では水銀蒸気圧にして4.7Pa）以下の場合、水銀ガス量の増加に応じて管内における発光強度は増加し、冷陰極管自体の輝度も上昇する。また、図9(b)に示されるように、冷陰極管の輝度上昇はこれに供給される電流の増加にも対応する。図9(a)と図9(b)との比較から明らかなように、冷陰極管に供給される電流の増加に応じた冷陰極管内部の電子流の増大により、冷陰極管内の温度が上昇し、これに伴い管内の水銀ガス量も増加する。しかし、水銀ガス量が上述の或る値を越えると管内で生じた光が徐々に水銀ガスにより吸収され、その結果、冷陰極管の輝度も減少に転じる（図9(a)）。この

変化は、図9(b)においても供給電流に対する輝度の飽和として現れる。このような現象は、冷陰極管や水銀ガスに限らず、光源（管球）がその内部に励起材料を含む限りにおいて認められるものである。例えば、キセノンランプでも冷陰極管と同様な現象が生じる。

【0089】このような現象に対し、本発明による液晶表示装置の光源の点灯動作では、上記第1の期間 $\Delta t_1$ における蛍光灯へのランプ電流供給（図1における2次側回路の電流）を上記第2の期間 $\Delta t_{11}$ にて実質的に休止することにより、第1の期間にて上昇した蛍光灯の温度を第2の期間において冷まし、蛍光灯内の水銀ガス量を上記或る値に対して十分に低くした後、再び蛍光灯へのランプ電流を開始する（次の周期における第1の期間の動作）。これにより、周期毎に繰り返される第1の期間の動作において、蛍光灯の連続点灯ではその輝度低下を招くようなピーク強度を有する交流電流を蛍光灯に供給し、第1の期間の各々において蛍光灯を高い輝度にて点灯させる。

【0090】一方、第2の期間においては、蛍光灯の輝度は第1の期間にて達した高い値から減少に転じる。しかし、この蛍光灯を液晶表示装置に組み込んで液晶表示パネルから出射される光の強度を測定した結果、液晶表示パネルの白表示される領域における輝度減少が蛍光灯の残光により予想以上に遅いことが実験的に見出された。この様子を、図10の輝度曲線に示す（その詳細は後述する）。

【0091】上述のように、蛍光灯は、これに供給される上記ランプ電流によりこの内部に封止された水銀ガスを励起して紫外線を発生し、この紫外線で蛍光灯の内壁に塗布された蛍光体を励起して可視光を発生させる。

【0092】図11は、本発明による液晶表示装置の光源駆動の一例を(a)液晶表示装置に入力される同期信号（画像情報の伝送タイミング）、(b)液晶表示装置の画素における画像表示信号、(c)液晶表示装置のバックライト（光源）の点灯信号、及び(d)液晶表示装置のバックライト・ユニット（光源ユニット）から輻射される光の輝度波形を示す図である。バックライトの点灯信号は、上述の1次側回路において第1電流 $i_1$ を $\Delta t_1$ の時間（第1の期間）に変圧器TRを通して光源に供給し、次いでこの第1電流より小さい第2電流 $i_{11}$ を $\Delta t_{11}$ の時間（第2の期間）に変圧器TRを通して光源に供給する時間 $\Delta t_1 + \Delta t_{11}$ 分の動作周期を繰り返す波形として示される。

【0093】この例では、 $\Delta t_1$ と $\Delta t_{11}$ とを等しく設定した所謂50%のデューティで電流を光源に供給し、第2電流 $i_{11}$ の値は略0mAに抑えてある。但し、上述のとおり、第2電流 $i_{11}$ がある値を超えない限り、2次側回路には電流が生じない。図11の(c)に示す1次側回路でのバックライト点灯信号の波形により上記動作周期にて光源が消費する電力を連続的（第1及び第2の期

間を問わず一定)に光源に供給することを想定すると、これに要する電流値(ここでは1次側回路)は上記第1電流と上記第2電流の中間値 $i_{\text{const}}$ として図示される。しかしながら、上記動作周期の複数分の時間において $i_{\text{const}}$ の電流を連続的に流すと光源の温度が次第に上昇し、光源内部にて光が徐々に損失していく。このため、図11の(c)の電流 $i_{\text{const}}$ に相当する輝度は、図11(d)に第1電流に相当する輝度(第1電流を受けた光源が第1の期間内に到達する輝度値) $I_1$ と第2電流に相当する輝度(第2電流を受けた光源が第2の期間内に到達する輝度値) $I_2$ との中間値として示される $I_{\text{const}}$ (破線)に相当すると予測されるも、実際にはこの中間値より低い $I_{\text{const}}'$ (実線)の値を示す。また、時間経過に伴う光源の温度上昇により、 $I_{\text{const}}$ (破線)と $I_{\text{const}}'$ (実線)との差は $\Delta I_1$ から $\Delta I_2$ に徐々に広がる。光源の輝度の予測値と実測値の乖離が時間経過とともに大きくなることは、既に図9を用いて説明したとおり、蛍光灯(冷陰極管)の温度上昇により、その内部に存在する励起物質(水銀やハロゲン分子等)が増加し、これによる光の吸収量が増大するためである。

【0094】しかしながら、図11の第1期間 $\Delta t_1$ におけるバックライト輝度波形が示す如く、光源(冷陰極管等)への電流供給を止めている状態から、これに電流 $i_1$ を供給すると、その輝度は徐々に上昇する。このことから、所定の電流を冷陰極管に供給したときの管内温度の上昇は、当該電流の供給開始時刻に対して或る遅延を以て生じることは明らかである。

【0095】ところで、液晶表示装置での画像データ信号の書き換え周期、例えば60Hzでの16.7msec、120Hzでの8.4msec、(これらの値は動画表示に好適)を考慮すると、上記光源の動作周期をこの周期以下に設定することが望ましいが、この動作周期に対応させて上記第1及び第2期間の時間配分及び上記第1及び第2電流を設定すると、上記光源の温度上昇による輝度の低下を抑止できることが実験的に見出された。

【0096】上述の定義によるランプ電流定格:6mAの冷陰極管を用い、これを連続的に点灯した場合と間欠的に点灯した場合とを、冷陰極管の壁面温度にも関連付けて実験を行った結果を以下に述べる。いずれの実験も、光源(冷陰極管)から液晶表示パネルの画素を通過した光の強度を、所謂液晶表示パネルの輝度として測定した。

【0097】液晶表示パネルの輝度測定の前提条件は、以下のとおりである。

【0098】液晶表示パネルの輝度測定は、EIAJ(日本電子機械工業会規格)のFD-2522に規定される条件に準拠して行い、可視光領域(380nm~780nm)における波長毎のスペクトル強度を視感度補

正(人間の目が実際に感じる光の量に換算)して得られた結果から導いた。この測定は、液晶表示装置を暗室に置き、輝度計を液晶表示パネルPNLから50cm離し且つその表示領域に対して垂直に配置して実施する。このような測定を行うに好適な輝度計として、例えばフォトリサーチ社製のPR704型の利用が推奨される。この装置によれば、輝度を単位立体角あたりの光束の値を測定距離や測定面積に依存しない値として求めることができる。また、例えば上記 $\Delta t_1 + \Delta t_2$ 分の動作周期といった所望の時間における輝度の積分値、その時間における輝度の変動、及び液晶表示素子の表示画面内の輝度分布を夫々測定することもできる。

【0099】上述の輝度測定は、後述のコントラスト比測定にも適用され、その値は液晶表示パネルの「表示画面全体を白表示したときの輝度/表示画面全体を黒表示したときの輝度」の比で求めた。コントラスト比は、この測定手法に限らず、例えば液晶表示パネルの表示画面の一部分を白表示させ(この一部分に存在する画素群にこれらの光透過率を最大にする映像信号を送り)、且つこの表示画面の他の一部分を黒表示させる(この他の一部分に存在する画素群にこれらの光透過率を最小にする映像信号を送る)テストパターン信号を液晶表示パネルに伝送し、その表示画面の映像から前者に属する所定数の画素からなる領域の輝度と後者に属する前者の所定数と同数の画素からなる領域の輝度との比として求めてもよい。

【0100】光源(冷陰極管)の壁面温度は、冷陰極管の陽光柱(蛍光灯に特徴的な発光領域)が生じる部分(図8に $I_{90}$ として示す領域)の管表面(外壁)にサーミスタを設けて測定した。

【0101】以上の輝度測定手法に拠り、まず、ランプ電流定格:6mAで連続的に動作させた光源(冷陰極管)から輻射され且つ液晶表示パネルの表示画面中の白表示した画素(群)を透過する光の輝度について、光源の壁面温度別に述べる。

【0102】(1)40℃の壁面温度では点灯開始から約150秒で輝度は飽和し、200秒経過後も輝度減少が認められない。

【0103】(2)60℃の壁面温度では点灯開始から約15秒で輝度は最大値を示し、その後、輝度は緩やかに減少し、200秒経過後には最大値の90%に到る。

【0104】(3)80℃の壁面温度では点灯開始から約10秒で輝度は最大値を示し、その後の約10秒間で輝度は最大値の80%まで急激に減少し、以降、点灯開始から200秒経過後に掛けて輝度は緩やかに減少する。

【0105】以上の結果を比較すると、光源の点灯動作開始から200秒後の輝度は(2)壁面温度60℃で最も高かったが、点灯開始後200秒以内に至る輝度の最大値を比較すると(3)壁面温度80℃で最も高い値が

10

20

30

40

50

現れた。光源の壁面温度は、光源内部の温度にほぼ対応し、その値は上述の如く光源に供給される電流に応じて上昇する。この事実と上記実験結果とを比較検討した結果、例えば壁面温度を80℃に至らしめる電流を限られた時間内に光源へ供給し、壁面温度が60℃に至るあたりで一旦電流供給を止め、壁面温度が40℃以下になった時点で光源へ再び電流を供給することにより、光源の点灯動作開始から200秒経ても液晶表示パネルの輝度を上記比較実験の(2)より高められ得ることを本発明者等は着想した。この着想に基づき、冷陰極管にそのランプ電流定格より大きい(例えば、その2倍程度の)第1電流を第1の期間に供給し、その後、この第1電流より小さい第2電流の値を第2の期間に供給する動作を繰り返す光源の点灯方法を発案し、これによる冷陰極管の輝度の上昇とその温度上昇の抑止に係る効果を確認した。

【0106】上述の実験と同様にランプ電流定格：6mAの冷陰極管を用い、これをランプ電流：6mA、10mAの夫々で連続点灯した場合(点灯デューティ：100%)と、これを上記第1の期間： $\Delta t_1 = 10\text{msec}$ 、にランプ電流：6mA、10mAを夫々供給し且つ上記第2の期間： $\Delta t_2 = 6, 7\text{msec}$ 、にランプ電流の供給を止める動作を繰り返して点滅点灯させた場合(点灯デューティ：60%)とで、夫々の輝度を比較する実験を行った。この実験結果の一部(ランプ電流6mAでの連続点灯とランプ電流10mAでの点滅点灯との比較)は、既に「光源の制御回路」の説明に引用したように、ランプ電流10mAによる点滅点灯が、消費電力値及び100cdの輝度を得るに要する電力値のいずれも低い

ため、ランプ電流6mAによる連続点灯より優れている。

【0107】比較実験は、表示画面の対角寸法が15インチのIPS型(面内スイッチング型、…横電界型ともいう)の液晶表示パネルに外径：2.6mmφ、内径：2.0mmφの冷陰極管を図3(B)に示す如く8本配した光源ユニットを組合せた液晶表示装置を用い、この液晶表示パネルの表示画面における白表示領域の輝度を測定した。また、8本の冷陰極管の点滅点灯は、夫々の冷陰極管のオン・オフタイミングを合わせた。

【0108】図12(a)は、点灯デューティ(60%及び100%)別に6mA及び10mAのランプ電流を夫々光源(冷陰極管)に供給したときの、点灯動作開始から60分後の液晶表示パネル(白表示部分)の測定輝度をプロットした結果である。また、図12(b)は、点灯デューティ(60%及び100%)別に6mA及び10mAのランプ電流を夫々光源に供給したときの、点灯動作開始から60分後の光源(冷陰極管)の壁面温度をプロットした結果である。図12(a)に示される液晶表示パネルの輝度では、点灯デューティ：60%—ランプ電流：10mAのプロット6aと点灯デューティ：100%

—ランプ電流：6mAのプロット6bとは互角の関係にある。しかし、図12(b)に示されるように、点灯デューティ：60%—ランプ電流：10mAのプロット6aが示す冷陰極管の壁面温度は、点灯デューティ：100%—ランプ電流：6mAのプロット6bが示すそれに比べて低い。

【0109】更に、点灯デューティ：60%—ランプ電流：10mAによる冷陰極管の点滅点灯と、点灯デューティ：100%—ランプ電流：6mAによる冷陰極管の連続点灯との、点灯動作開始から90分に亘る輝度及び冷陰極管の壁面温度の推移を図13(a)、(b)に夫々示す。いずれの場合においてもパネル輝度は点灯動作開始後、最大値(点滅点灯で約420cd/m<sup>2</sup>、連続点灯で約470cd/m<sup>2</sup>)を示し、その後、減少に転ずるが、点灯動作開始後60分における値(点滅点灯で約390cd/m<sup>2</sup>、連続点灯で約420cd/m<sup>2</sup>)を比較すると連続点灯における輝度減少率(11%)に比べて点滅点灯におけるそれ(7%)が少ないことが判る。また、点灯動作開始後90分において、連続点灯の輝度が依然減少を続けるのに対し、点滅点灯の輝度は点灯動作開始後60分の値に保たれていることが判る。

【0110】点灯動作開始後60分での、液晶表示装置の光源が消費する電力：P(W)と白表示された液晶表示素子の有効表示領域(画素群)の輝度：L<sub>max</sub>(cd)との比率：P/L<sub>max</sub>を100cd当たりの値として求めると、点灯デューティ：60%—ランプ電流：10mAによる冷陰極管の点滅点灯では7.4W/100cd、点灯デューティ：100%—ランプ電流：6mAによる冷陰極管の連続点灯では8.1W/100cdとなった。このことから、点灯デューティ：60%—ランプ電流：10mAによる冷陰極管の点滅点灯の方が、パネル輝度当りに必要とされる電力が8.6%低いことが判る。この10%に満たないパネル輝度：100cd当りに要する消費電力の差は、点滅点灯における冷陰極管(光源)の壁面温度の安定化を促し、その差が少なくとも5%、或いは7%以上の差があれば、冷陰極管の輝度は概ね安定となる。

【0111】従って、上述の説明及び「光源の制御回路」の説明を併せると、点灯デューティ：60%—ランプ電流：10mAによる冷陰極管の点滅点灯によれば、所定の液晶表示パネルの輝度を得るに要する電力が抑えられ、且つ点灯動作開始後の輝度変動も抑えられるという利点を得られる。特に、液晶表示パネルの輝度の変動が小さく、点灯動作開始から60分以降では略一定となる利点は、この液晶表示パネルをテレビジョン装置に組み込み、2時間又はそれより長い映画やドキュメンタリ番組の視聴に供する上で、そのユーザの視覚に係る負担を大幅に低減できる。

【0112】光源の点滅点灯のデューティは、液晶表示装置の用途にも因るが、経験的に80%以下とするとよ

い。また、このデューティを順次大きくしなから第1電流を減少させて、光源を所謂連続点灯させてもよく、逆にデューティを徐々に小さくして液晶表示装置の不使用时における非点灯状態に到らせてもよい。このような動作に好適な制御回路の一例を図14に示す。

【0113】液晶表示装置本体又はこれが搭載されるテレビジョン装置又はコンピュータ等からの直流電源電圧（例えば、12V）は入力端子20を通して制御回路に入る。直流電源電圧は調光回路23により光源に印加すべき電圧に応じた直流電圧に変換され、その次段に設けられたインバータ回路21により交流電圧に変換される。この交流電圧は変圧器22に送られる。ここまでの回路構成は、図1を参照して既に述べた1次側回路に相当する。変圧器22は、上記交流電圧を光源（冷陰極管等の管球）の点灯に十分な高さの電圧に昇圧し、光源（蛍光灯）8に送る。この変圧器22から蛍光灯8までの回路構成は、既述の2次側回路とよばれる。

【0114】本発明による光源の点滅点灯を実施する場合、光源に供給される電流値を上記直流電源電圧を間欠的に後段の回路に供給する。このため、直流電源電圧をチョップ（Chop）するスイッチング素子24はインバータ回路21の前段の例えば調光回路23内に設ける。上述の第2電流を直流電源電圧のチョッピング又は遮断で設定する場合、スイッチング制御回路25を設ける。スイッチング制御回路25には、液晶表示装置のメンテナンスに備えて画像表示条件を制御回路の外部から入力できるような信号端子を設けてもよい。

【0115】図7を参照して説明したように、所定のランプ電流 $I_L$ により2次側回路において蛍光灯（冷陰極管）を安定に放電させるには、このランプ電流値で「ランプ電流 $I_L$ 対ランプ電圧 $V_L$ 曲線」（蛍光灯により決まる）と「変圧器出力電圧—バラストコンデンサ電圧の電位差（ $V_{TR} - V_C$ ）」の曲線（変圧器出力電圧とバラストコンデンサの容量とで決まる）とを交差させることが肝要となる。従って、表示画像によりランプ電流を蛍光灯のランプ電流定格で連続点灯し、又はこれより大きいランプ電流で点滅点灯させる場合、後者に用いるバラストコンデンサの容量

（ $C_0'$ ）を前者のそれ（ $C_0$ ）より大きくすることが望ましい。従って、図14に示す如く、2次側回路に容量の異なるコンデンサを並列に設け、蛍光灯8の連続動作時と点滅動作時とでいずれかのコンデンサを選択するようにしてもよい。この構成によれば、連続点灯時のランプ電流 $I_L$ を必要なレベルに抑えることができるため、蛍光灯8の寿命を必要以上に損なうことがなく、またランプ電流 $I_L$ の増減に対して蛍光灯8を安定に点灯することができる。ランプ電流 $I_L$ が、蛍光灯の連続点灯と点滅点灯の切り替え又は点滅点灯のデューティ比切り替えに応じて増減することに着眼すれば、図14に示す如く、点灯動作の切り替え（連続／点滅、又はデューティ

比切り替え）を行うスイッチング制御回路25に付属し又は連動するランプ電流切り替えスイッチ25aで2次側回路のコンデンサを選択するように制御回路を構成すると便利である。図示された2次側回路のコンデンサは2個並列としたが、デューティ比に応じてランプ電流 $I_L$ を細かく調整する場合は3個又はそれ以上の複数個並列に異なる容量のコンデンサを設けてもよい。

【0116】一方、バラストコンデンサの容量（ $C_0$ ）を変えることなくランプ電流 $I_L$ を切り替えることもできる。この場合、図7に示す如く、変圧器TRの2次側出力電圧 $V_{TR}$ をランプ電流の増加に対して $V_{TR}'$ に上げる。このためには、変圧器の1次側巻回数をランプ電流に応じて選択するように、変圧器の1次側入力部分にスイッチ（セレクト）を設けるか、1次側直流電源の電圧自体を上げてスイッチング素子24により1次側回路の電圧をランプ電流の値に合わせてチョッピングにより調整するか、又は、1次側直流電源回路の入力端子に適宜付加的な電圧源を設けてランプ電流の値に合わせて1次側回路への入力電圧を増減させる。

【0117】一方、光源の温度は液晶表示装置を使用する環境によって不測の変動を示すことがある。従って、光源の温度に応じてその点滅動作のデューティを変え、又はランプ電流を調整することが望ましい。この観点において、本発明を実施するに適した制御回路の一例を図15に示す。光源の温度に応じた上記2次側回路における電流変動は、これに設けられた電流計26により測定され電圧調光方式の調光回路23に送られる。これにより、上記第1及び第2の電流値が調整される。また、電流計26から送られた上記電流変動のデータは上記スイッチング制御回路25にも送られ、第1及び第2の電流を光源に供給する時間の配分（所謂デューティ）が調整される。第1及び第2の電流値は、上記スイッチング制御回路25で調整してもよい。光源の温度を2次側回路における電流によりモニタリングする代わりに、光源の壁面にサーミスタや熱電対を設けて光源の壁面温度としてモニタリングしても、また、光源の近辺に受光素子（フォト・ダイオード等）を設けて光源の壁面から放射される光の強度としてモニタリングしてもよい。

【0118】図14及び図15に夫々示した制御回路やこれに基づいて設計された他の制御回路を用いるいずれの場合も、デューティ比の切り替えに関しては、所定の繰り返し周期（上記第1の期間と上記第2の期間の和）を一定とし又はその期間がある時間を超えないように配慮することが望ましい。その根拠は、本発明による光源の点滅動作を適用した液晶表示装置では、ブラウン管等の陰極線管型表示装置のインパルス走査に類似した画像再生が行われるためである。インパルス走査においては、その周波数が或るレベルを下回ると表示画面のチラツキ、所謂フリッカの問題が浮上する。この問題は、蛍光灯を家庭電化製品としての照明装置に用いる場合にも現



れる。本発明による液晶表示装置の光源の点灯動作においては、その周波数を40Hzを下回らないように上記第1の期間（点灯期間）： $\Delta t_1$ と上記第2の期間（消灯期間）： $\Delta t_2$ 分とを設定することが推奨される。従って、第1の期間と第2の期間からなる点滅点灯動作の1周期は、25msec.以下に抑えられることが望ましい。液晶表示装置、特にアクティブ・マトリクス型の駆動方式を用いる機種においては、画素毎に対応する液晶層の光透過率が1フレーム期間（全画素へのデータ書き込みに要する期間）において、略一定に保たれる、所謂ホールド型の画像表示動作を示す。従って、1フレーム期間と光源の点滅点灯動作の周期が相違しても、或いは位相が互いにずれても、画像表示動作に支障を来すことは実質上ない。このため、所定の第1期間に第1の電流を光源に供給し且つ所定の第2期間に光源への電流供給を停止する点滅動作を続けるうちに、光源の温度が上昇して点滅点灯動作の1周期における輝度が低下しても、第2期間に宛がう時間のみ延ばして点滅点灯のデューティを下げ、当該1周期における光源の輝度を所望のレベルに保つことができる。

【0119】上述のように、本発明による液晶表示装置の光源点灯方法によれば、上記第2の期間： $\Delta t_2$ において2次側回路にランプ電流が生じないため、光源の輝度の低下が予想される。また、第1の期間： $\Delta t_1$ と第2の期間： $\Delta t_2$ との和として示される点滅点灯の1周期： $\Delta t_1 + \Delta t_2$ において、この第1の期間に限って第1の電流を連続的に流した場合の当該交流電流の実効値： $I_{r.m.s.}$ と、この電流供給に対するランプ電圧値（光源の電極間に印加される交流電圧の実効値）： $V_{r.m.s.}$ と、この1周期の時間との積： $I_{r.m.s.} \times V_{r.m.s.} \times \Delta t_1$ が、この1周期において2次側回路に交流電流を連続的に流した場合の当該交流電流の実効値： $I_{c.r.m.s.}$ と、この電流供給に対するランプ電圧値（光源の電極間に印加される交流電圧の実効値）： $V_{c.r.m.s.}$ と、この1周期の時間との積： $I_{c.r.m.s.} \times V_{c.r.m.s.} \times (\Delta t_1 + \Delta t_2)$ に等しい場合、これらの点灯動作中にある双方の光源から上記1周期内に放射される光の強度の積分値は理論的に等しくなるか、又は第1の期間の冒頭で輝度の立ち上がりに時間を要する点滅点灯中の光源の輝度積分値の方が連続点灯中の光源のそれより低くなることが予測される。しかしながら、これら双方の光源とアクティブ・マトリクス型の液晶表示素子とを図1に示すように組み合わせ、夫々の液晶表示素子の光透過率（例えば、液晶表示素子の液晶層の配向状態）を揃え、夫々の液晶表示素子を透過する光の輝度（以下、パネル輝度）の上記1周期における積分値を比較すると、次のような結果が得られた。

【0120】（4）夫々の液晶表示素子の白表示状態にある画素を透過する光を測定すると、点滅点灯する光源に組まれた液晶表示素子の輝度積分値の方が、連続点灯

する光源に組まれたその輝度積分値より大きかった。

【0121】（5）夫々の液晶表示素子の黒表示状態にある画素を透過する光を測定すると、点滅点灯する光源に組まれた液晶表示素子の輝度積分値は、連続点灯する光源に組まれたその輝度積分値の半分程度に留まったこのように、本発明による液晶表示装置の光源の点滅点灯を行うことにより、光源を連続点灯させた場合に比べて、白表示すべき画素の輝度を高く、黒表示すべき画素の輝度を低くすることができた。換言すれば、本発明による光源の点滅点灯により、液晶表示装置の表示画像のコントラスト比を、静止画像、動画像のいずれにおいても従来の光源の点滅点灯より格段に高めることが実現できる。

【0122】なお、上記（4）及び（5）の結果を得た実験において用いたアクティブ・マトリクス型の液晶表示素子は、例えば、特開平9-33951号（及びその対応米国特許第5,847,781号）に示されるように、画素毎にアクティブ素子（例えば、薄膜トランジスタ）を設け、これを通して映像信号（電圧信号）を画素毎に設けられた画素電極に供給する。従って、画素毎の光透過率は、画素電極に供給される映像信号に応じた電圧と液晶層を挟んで画素電極に対向する対向電極（共通電極とも言う）の電圧との差による液晶層内の液晶分子の配向により決まる。上述の白表示状態にある画素とは、これに設けられた画素電極と対向電極との間に存在する液晶層の光透過率（図1に示す液晶表示パネルの主面の法線方向に伝播する光の透過率）を最大にする映像信号が、これに設けられたアクティブ素子に供給されている画素のことを指す。また、上述の黒表示状態にある画素とは、これに設けられた画素電極と対向電極との間に存在する液晶層の光透過率を最小にする映像信号が、これに設けられたアクティブ素子に供給されている画素のことを指す。

【0123】本発明による液晶表示装置の光源の点滅点灯により、上述の（4）の結果が得られた理由は、図10を参照して次のように説明される。

【0124】図10は、液晶表示素子に組まれた光源を上記第1の期間と上記第2の期間とを同じ時間に設定して（ $\Delta t_1 = \Delta t_2$ 、デューティ：50%にて）点滅点灯させたときの白表示状態の輝度変動を示すグラフである。点滅点灯の1周期（ $\Delta t_1 + \Delta t_2$ ）は、16.7msec.に設定されている。このグラフから明らかにように、第2の期間における輝度は急峻に0に至らず、第1の期間の終了時刻（第2の期間の冒頭）における輝度の10%迄減衰するには、当該第2の期間の80~90%に相当する時間を要する。従って、輝度変動を示すグラフと時間軸（輝度：0を示す線として表示）とに囲まれる領域の面積として見積もられる輝度の積分値は、第2の期間： $\Delta t_2$ においても第1の期間： $\Delta t_1$ のそれに対して無視できない値となる。図10に示す光源を



点滅点灯させたときの液晶表示素子の輝度変動のグラフは、第1の期間における光源への所定のランプ電流の供給をこれに次ぐ第2の期間で遮断し、この第2の期間からこれに次ぐ別の第1の期間（次の点滅点灯周期）で再び光源への当該所定のランプ電流を供給することにより、図4（a）に示す1次側回路の直流電流波形ような矩形の波形を示すことが考えられる。しかしながら、ランプ電流の供給開始に対する光源の応答の遅れ（蛍光灯では、図13の輝度曲線の時刻0からの立ち上がりに見られる）から、第1の期間のいずれの前半でも輝度は急峻に立ち上がらず、その分、輝度積分値も小さくなると予測される。しかし、実際には第1の期間の前半における輝度積分値の損失を補う以上の大きさの輝度積分値が第2の期間で得られる。

【0125】第2の期間： $\Delta t_{off}$ における輝度積分値（図10の灰色部分）がこのように大きくに代表される光源に生じる残光（After Glow）に因る。蛍光灯を例にとると、残光は蛍光灯に供給されるランプ電流を遮断した後、蛍光灯内で発生した水銀原子の励起種又はイオンが残留することにより生じることも、これらの励起種又はイオンにより励起された蛍光物質（蛍光灯の内壁に塗布されている）が励起状態を保つことにより生じることもある。前者による残光は、水銀原子の励起種又はイオンの寿命（ここではランプ電流を遮断してから励起種やイオンが消滅するまでに要する時間）が $10^{-8}$  sec.（秒）前後と非常に短く、これに因る発光も急峻に減衰する。一方、後者による残光は蛍光物質の調合により、その発光が完全に消滅するまで1 sec. 又はそれ以上の時間を要する場合がある。

【0126】冷陰極管を含む蛍光灯の内壁に塗布される蛍光物質は、例えば「照明工学」（電気学会発行、オーム社1999年刊行の第23版）のpage 79に記載されている。このうち、ハロゲン酸カルシウム： $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaFCl/Sb, Mn$ （白色）、ユーロピウム付活アルミニウム・バリウム・マグネシウム： $BaMg_2Al_4O_9(O_2)/Eu$ （青）、ユーロピウム付活ストロンチウム・カルシウム・バリウムクロロポロフォスフェート： $(Sr, Ca, Ba)_{10}(PO_4)_6Cl_2-nB_2O_3/Eu$ （青）、セリウム・テリビウム付活アルミニウム・マグネシウム： $MgAl_4O_9/Ce, Tb$ （緑）、セリウム・テリビウム付活珪酸ランタン： $La_2O_3-0.25SiO_2-0.9P_2O_5/Ce, Tb$ （緑）、ユーロピウム付活酸化イットリウム： $Y_2O_3/Eu$ （赤）は、蛍光灯用の蛍光物質として汎く用いられている。これらの蛍光物質は、いずれも蛍光体結晶/付活剤（活性剤）として表記され、付活剤は蛍光物質におけるその濃度やその種類、蛍光体結晶との焼成（合成）条件で蛍光物質の残光特性等を定める。また、蛍光物質による残光の減衰を早める技術は特開平8-190894号公報に、その減衰を遅らせる技術は特開平11-144685号公報に夫々開示される。

【0127】図10に示す残光に因る第2の期間にお

る輝度減衰の遅延は、これらの公報に記載の特別な技術を用いなくとも実現できるものであり、以上に列挙したような蛍光物質がその内壁に塗布された市販の蛍光灯や液晶表示装置用冷陰極管を光源として用いても、その残光が消滅する時間が25 msec.（上述のように表示画像のチラツキを抑える上で第2の期間に許容される最大の時間値）より長い限りにおいては本発明による液晶表示装置の光源の点滅点灯がもたらす効果を損なうことはない。図10に示すように残光の強度が時間経過に対して対数関数的に減衰することを考慮すると、設定しようとする第2の期間の1/2の時間経過後における輝度が第2の期間の開始時刻における輝度の10%以上であることが望ましい。

【0128】一方、本発明による液晶表示装置の光源の点滅点灯により、上述の（5）の結果が得られた理由は、図16を参照して次のように説明される。

【0129】図16の（a）及び（b）は、本発明者等により提案され特願平11-282641号（その対応米国特許出願：第09/658,989号）として出願された液晶表示装置の駆動方法による輝度波形を、その光源を（a）本発明による点滅点灯状態にして測定した結果、及び（b）連続点灯状態にして測定した結果を夫々示す。図の夫々の上側に示した黒、明、黒の記載は、時間軸（横軸）に対して液晶表示素子の画面を黒表示した期間、及びこれを明るく表示した（白表示よりは暗い明表示の）期間を指し、図16（a）における表示タイミングは図16（b）のそれとほぼ同じである。この液晶表示装置の駆動においては、画素の明表示動作（白表示も含む）におけるその光透過率は、時間軸に対して鋸歯状に変調させる。そのため、光源を連続的に点灯させる図16の（b）の白表示時の輝度にも明暗の変動が現れる。このような明表示における映像信号波形は、動画像表示において特に動く物体をその軌跡に残像を生じさせることなく表示する上で効果的である。

【0130】図16の（a）及び（b）の黒表示時の輝度を比較すると、前者の輝度平均値が後者の輝度の半分となることが判る。液晶表示素子の画素に黒表示の映像信号を与えても光源が点灯する限り、その光が僅かに画素を通して漏れる。このため、図16の（b）の輝度波形は、輝度が理論的に0となる所謂ダークレベルに対し、黒表示に対応する期間にて $1.2 \text{ cd/m}^2$  だけ浮き上がる。これに対し、図16の（a）の輝度波形は、ダークレベルに対して上記第1の期間では $1.2 \text{ cd/m}^2$  程浮き上がるも、第2の期間ではかなりダークレベルに近い輝度を示す。この第2の期間の輝度測定値では、測定装置の暗電流の影響も受けるため、実際には殆どダークレベルにあるとも言える。従って、図16の（a）の所謂本発明による光源の点滅点灯の周期において積分すると、 $0.6 \text{ cd/m}^2$ （輝度平均値）となった。本発明による光源の点滅点灯が黒表示画像の輝度を

上述のように抑えられるのは、上記第2の期間に光源に生じる残光が画素の光透過率を絞ることにより殆ど消されることに因るものと考えられる。

【0131】上述の(4)及び(5)の結果に基づき、本発明による光源の点滅点灯がもたらす表示画像のコントラスト比の上昇の効果は図16(d)のように認められる。一方、図16(c)は上述の日経エレクトロニクス誌(1999.11.15)に記載された技術におけるコントラスト比の特徴を示したものである。図16(d)と図16(c)とを比較しても明らかなように、本発明では一

10 前の画像表示において輝度の最大値と最小値との差を広げることができるため、静止画像でも600:1又はそれ以上のコントラスト比で表示することができる。換言すれば、液晶表示装置において、これに備えられた光源を本発明による手法で点滅点灯させることにより、その表示画面において最も暗く(黒く)表示される画素及びこれに近い階調(暗い灰色)で表示される画素の輝度を従来のそれらより低く抑えられるため、この表示画面を白ばせることなく、ブラウン管並みの鮮明な画像を再生することができる。

【0132】以上のように、本発明者等が実験的に得た上記(4)及び(5)の結果に基づく本発明に拠る液晶表示装置の光源の点滅点灯が、その点灯デュティとランプ電流の設定態様により、既に述べた本発明の目的及びその他の目的を達成することは明らかである。また、上述の説明は、光源として蛍光灯を用いた例に基づくが、光源をキセノンランプ等、所定の残光特性を示す管球に置き換えても同様な作用が示され、同様な利点を得ることができる。

【0133】これらの実験結果及び検討を纏めると、本発明による液晶表示装置の光源の点滅点灯における第1の期間： $\Delta t_1$ 並びに第2の期間： $\Delta t_{11}$ 、及びこれらの和である点滅点灯周期の望ましく設定範囲は、その上限が表示画面におけるチラツキの防止(点滅点灯周期)並びに表示画面の過熱の防止(第2の期間)により、その下限は光源における発光(放電)の立ち上がり(第1の期間)及び光源の過熱抑止(第2の期間)により定められる。第1の期間は、光源の温度がその輝度を低下させる値に至らない限り長く延ばせるが、表示画面のチラツキを抑える上で25msec、未満に抑えることが望ましく、この期間において光源の輝度(この期間に続く第2の期間での残光の初期値にもなる)を可能な限り高め且つ光源の過熱を抑えるには、例えば、20msec、以下、望ましくは15msec、以下に設定するとよい。また、第2の期間は、光源の残光が所定のレベルで持続する限りにおいて長く延ばせるが、第1の期間と同じ理由で25msec、未満に抑えることが望ましく、この第2の期間に続く第1の期間(次の点灯周期)における光源の発光の立ち上がりを考慮すると例えば10msec、以下に抑えるるとよい(第1の期間の間隔が

短いと高い放電開始電圧を光源に印加すること無く光源の点灯を開始できるため)。第2の期間は、光源の温度がその輝度を低下させるに至らない範囲において短くもできるが、上記残光による効果を生かす上で、例えば1msec、以上、望ましくは、2msec、以上に設定するとよい。第1の期間には、その前の第2の期間(前の点灯周期)にて止めていたランプ電流供給を再開させてから光源の輝度が所定のレベルに至るに十分な時間を宛がうことが望ましく、例えば1msec、以上、望ましくは、2msec、以上に設定するとよい。これらの具体的な時間配分は、上述の液晶表示装置に汎く用いられている蛍光灯(例えば、冷陰極管やキセノン・ランプ)での知見に基づくものであり、これらの条件は「光源の制御回路」の説明で述べた点滅点灯周期における「微視的な消費電力値： $P_1$ 」<「巨視的な消費電力値： $P_2$ 」の関係をも満たし得るものである。但し、この光源の温度特性や残光特性等が異なれば、これに応じて適宜設定し直してもよい。光源の残光は、この内壁に塗布される蛍光物質の特性により光源を点灯させる交流電流の

20 バルス幅程度の時間内で消滅し得るが、この場合、光源の温度を下げるに十分な第2の期間を設定すると、第2の期間の残光消滅後の時間分の光源輝度がダークレベルに留まるため、表示画像の最大輝度とコントラスト比を低下させる。従って、蛍光物質により可視光(白色光、又は赤、緑、青のいずれかの光或いはこれらを合わせた光)を放出する光源を利用する場合、残光がある程度の長さの時間(例えば、上述の25msec、)以上持続する蛍光物質を利用することが望ましい。第2の期間における残光は、黒表示画素の輝度を抑える上で、第2の期間中(第1の期間が終了した時刻から次の第1の期間が開始するまでの間に、その強度が第1の期間の終了時刻(第2の期間の開始時刻)のその50%以下に減少させることが望ましい。特に本発明による液晶表示装置において、その表示画像のコントラスト比をさらに高める上では、第2の期間終了時における残光の強度が当該第2の期間の開始時刻の強度の10%以下になるように、液晶表示装置に組み込む蛍光灯の種類又はその内壁に塗布される蛍光物質を選択することが推奨される。

【0134】また、本発明による液晶表示装置のランプ電流(図1の2次側回路に生じる交流電流)の波形には、上記第1の期間 $\Delta t_1$ 並びに第2の期間： $\Delta t_{11}$ のいずれにおいても、この交流電流の周波数の一周期に対応する波形(パルス)、例えば40kHzの周波数にて25 $\mu$ sec、(マイクロ秒、 $10^{-6}$ 秒に相当)～25 $\times 10^{-9}$ msec、(時間軸沿いに隣接する電流ピークの間隔等で規定される)の一周期で極大値及び極小値を夫々示す波形が複数回繰り返して現れる。また、この第2の期間： $\Delta t_{11}$ に2次側で交流電流が生じない場合も、その期間は上記一周期の波形を複数回含み得る程度に続く。換言すれば、本発明による液晶表示装置の光源

の点滅点灯の一周期をなす上記第1の期間 $\Delta t_1$ と上記第2の期間 $\Delta t_2$ との和は、光源を連続点灯させる交流電流の周波数の逆数として得られる時間よりも常に大きくなり、本発明による光源の点滅点灯と特開平9-266078号公報に開示されるそれとの技術思想の相違を反映する。

【0135】本発明による液晶表示装置の光源の点滅点灯は、上述のように表示画像のコントラスト比を高めるのみならず、これによる光源制御回路の2次側におけるランプ電流の制御により光源及びその周辺に配置される光学素子の過熱を抑え、また光源における消費電力を抑えることにより、以下の利点をももたらす。

【0136】図2を参照して述べたサイド・ライト型の液晶表示装置において、その光源の温度上昇はその液晶表示素子の表示画面内に温度分布を形成する。この種の液晶表示装置において、液晶表示素子（パネルPNI）は枠状のハウジングにより光源ユニットとともに実装されるが、このハウジングを介して伝わる光源からの熱の影響を受け易い。図2（a）に示すサイド・ライト型の液晶表示装置の場合、液晶表示素子を構成する一対の基板3の表面温度は蛍光灯8に最も近い部分（基板3の両端）で50℃近く上昇するのに対し、蛍光灯8から最も離れた部分（基板3の中央）では40℃程度に留まる。一方、液晶層2の光透過率は5℃の温度差に対して2～3%、10℃の温度差に対して5%の変動を受ける。このため、液晶表示素子の全画面を黒表示したとき、この光透過率の差により画面内に表示ムラが生じる。

【0137】この液晶表示装置に本発明による光源の点滅点灯を採用すると、上述のとおり光源の温度上昇が抑えられるため、蛍光灯8に最も近い部分と、これから最も離れた部分との温度差を5℃未満に抑えられ、その結果、上述の表示ムラの問題も解決される。光透過率による画面の輝度バラツキは、その差が5%以上の場合、殆ど全てのユーザにより認識され、その差を3%以下に抑えたと多くのユーザにとっては目障りとならない。従って、本発明による光源の点滅点灯における点灯デューティ及び第1の期間におけるランプ電流の設定は、液晶表示素子の画面における温度分布をサーモグラフィ等により測定しながら調整することができる。

【0138】また、既に述べたように液晶表示素子の種類により、これに用いる液晶組成物の転移温度が異なる。図17に模式的に示された（a）ツイスティッド・ネマティック型（TN型）の画素を、（b）垂直配向型（VA）型の画素を、（c）面内スイッチング型（IPS型）の画素を夫々有する3種類のアクティブ・マトリクス型の液晶表示素子において、各々に用いられる液晶組成物の転移温度は、（a）から（c）に至る順で低くなる。従って、IPS型の液晶表示素子では、その表示画面の温度上昇による画像表示性能の劣化を受け易く、

例えば上述の表示ムラも際立ちやすい。これら3種類の液晶表示装置は、液晶層LC中の液晶分子MOLの配向形態、その配向を制御する電界の形成態様で相違するため、各々の液晶層に含まれる液晶組成物の種類（上記転移温度や誘電率の異方性）も相違する。また、液晶分子に印加される電界の方向の違いは、夫々の画素における画素電極PX及び対向電極CTの配置の相違に現れ、

（a）TN型や（b）VA型では画素電極PXを液晶層LCを挟持する一対の基板の一方SUB1に、対向電極CTをその他方SUB2に設けるのに対し、（c）IPS型の多くは双方の電極を一対の基板のいずれか一方に設ける。更に、（a）TN型では画素電極PX及び対向電極CTのいずれか一方が画素領域内にて一対の基板のいずれかの主面に沿って他方の電極と対向しなければならないが、（b）VA型ではこの主面に沿って夫々の電極の位置がずれていてもよく、（c）IPS型ではこの主面に沿って双方の電極を所定の間隙を空けて離間するように配置しなければならない。このため、液晶表示装置を組み立てる場合、これに用いる液晶表示素子の種類に応じて、特にVA型やIPS型の場合、その光源ユニットにおいて本発明による点滅点灯が行えるように例えば図14や図15に示す制御回路を設けるとよい。なお、TN型の液晶表示装置に関しては、例えば、特開平9-33951号（及びその対応米国特許第5,847,781号）に、VA型の液晶表示装置に関しては、特開2000-122065号公報等に、IPS型の液晶表示装置に関しては、特開平8-254712号及び特開平9-15650号（及びこれらに対応する米国特許第5,754,266号）等に夫々詳細な説明が記載されている。

【0139】《動画像表示における実施態様1》本発明による液晶表示装置の光源の点滅点灯を用い、その表示画面に動画像（動的な映像）を表示する実施態様について、以下に説明する。

【0140】液晶表示装置における動画像表示は、その画像データ信号の書き換え周期（60Hzで16.7msec.、120Hzで8.4msec.）に対し、これに用いられる液晶組成物（液晶層）の応答時間をこのデータ信号の書き換え周期（上記16.7msec.又は8.4msec.）以下に抑えるよう、その材料の調合を行うことが望ましい。しかし、液晶材料の応答時間が上述の書き換え周期に比べて著しく遅い場合は、ゴースト現象（多重輪郭）が発生するためデータ信号の書き換え周期と光源の発光強度の増減周期（上述した光源の動作周期）とのタイミングをずらす方が好ましい。特に、上記光源の点滅点灯周期をデータ信号の書き換えの周期以下に設定する場合、この手法による利点が顕著となる。従って、図11に示した第1期間 $\Delta t_1$ と第2期間 $\Delta t_2$ とからなる周期と表示画像信号の書き換え周期（図11に示す同期信号Vsync）とを、例えばこれらの

間に所定の位相差を設定することにより、異ならせるとよい。

【0141】図18は、本発明による液晶表示装置の光源の点滅点灯を採用した液晶表示装置における動画表示動作の実施態様の一例を、(a)その液晶表示素子の一画素に同期信号Vsyncに対応して入力される画像信号の波形と、(b)デューティ比75%（高輝度）で点灯させた光源（バックライト）の輝度波形、(c)デューティ比50%（中輝度）で点灯させた光源の輝度波形、並びに(d)デューティ比25%（低輝度）で点灯させた光源の輝度波形とを、時間軸を揃えて示す。同期信号は、 $t_0, t_1, t_2, \dots, t_e$ の各時刻に画素に映像信号を供給するのに対し、光源の輝度波形はいずれも同期信号と同じ周期で点滅点灯するも、その位相はずれている。所与の点滅点灯周期における点灯期間（第1の期間）及び休止期間（第2の期間）の配分による調光では、上記点滅点灯周期を点灯期間あるいは休止期間のいずれか一方のみに設定することも可能である。点滅点灯周期の全てを点灯期間に当てると光源は連続点灯し、その全てを休止期間に当てると光源が液晶パネルを照射しない所謂スクリーン・セイバ…の状態（暗表示状態）となる。しかしながら、この点滅点灯周期において、常に休止期間を設けることは、光源における消費電力を低減するのみならず、光源の発光効率を改善することもできる。また、図18の(e)に示すように、デューティ比を変えずに点灯期間の輝度波高値を上げて、光源を高輝度で点滅点灯させてもよい。

【0142】このような動画表示に用いる液晶表示装置の一例を、図2を参照して説明する。本例では、図2(a)に示すサイドライト型液晶表示装置を夫々の厚みが0.7mmの一对のガラス基板3を用いて構成し、その一方の基板にはTFT駆動のための薄膜トランジスタを画素毎に形成した。この一对の基板3間に挟持される液晶層2は、誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が正で、 $\Delta n d$ は0.41 $\mu\text{m}$ とした。また、液晶層2に封入された液晶分子のツイスト角は90度としたが、より液晶の応答速度を速くするためには70度等の低ツイスト角化が望ましい。ツイスト角を抑える場合、これに適した $\Delta n d$ はさらに小さくなるため（例えば、0.35 $\mu\text{m}$ ）、セルギャップを縮めることが必要である。

【0143】本例にて用いる光源ユニット10は、図2(b)の斜視図に示すような外径4mm $\phi$ の蛍光灯（冷陰極管）8を導光板11の長辺方向に各1本、計2本配置した構造を有する。

【0144】また、本例では、図1に示すような構成の光源の制御回路CTR1を用い、その2次側における上記点灯期間（第1の期間）の第1電流を10mA（実効値）、上記休止期間（第2の期間）における第2電流を0mAとして、デューティ比を調整しながら蛍光灯8に供給する。蛍光灯8の表面温度は、図13(a)に示す如

く時間とともに上昇する。一方輝度は、図13(a)に示す如く時間とともに上昇し、その後一時的に僅かながら減衰し、まもなく安定化した。一時的な輝度の減衰は、デューティ比が小さいほど低くなるが、いずれの場合も表示される動画像に現れる輝度の減衰は人間の視覚において無視できる程度に留まった。

【0145】このようにデューティを50%以下に設定すると、蛍光灯8の中央部の温度上昇が70℃以下に抑えられ、また液晶表示素子（液晶表示パネル）の表示領域（有効表示領域）における輝度の最大値と最小値の差がその平均値の20%以上となる。また、デューティを50%以下に抑えても輝度の最大値を200cd/m<sup>2</sup>以上とすることができ、輝度の最小値を2cd/m<sup>2</sup>以下に抑えることができる。

【0146】光源ユニットに用いられる蛍光灯8のランプ外径は通常2mm程度であるが、これよりランプの外径及び内径を拡大した直径（外径）2.6mmタイプ、そのガラス管の肉厚を増した直径3mmタイプ、さらにその内径を太くしてガス及び／又は水銀の含有量を増した直径4mm以上のタイプの使用も可能である。一般にランプ直径を大きくすると、表面積が大きくなるため放熱に有利である。さらに、蛍光灯の外径を大きくすると、その点灯電圧が低くなり、そのランプ寿命（輝度半減値）が延びるという利点もある。

【0147】直径（外径）2mmの冷陰極管（蛍光灯）を用いた場合、その長さによらず6mA以上の管電流の供給により冷陰極管は発熱し、その発光効率（輝度）が低下する。これに対し、外径2.5mmの蛍光灯8では、その発熱の影響が抑えられた。このため、供給電流による蛍光灯内での放電効率も上がり、デューティを50%に抑えても十分な輝度を得ることができる。このような利点は、冷陰極管の外径を2.5mm以上、例えば、2.6mm、3.0mm、及び4.1mmに拡大しても同様に再現できる。

【0148】本例の液晶表示装置に図14に示すような調光回路を組み込み、光源の点灯周期における上記第1期間（点灯期間）又は上記第2期間（休止期間）の比率の変化、光源のランプを点灯させる印加電力の変化を設定し、あるいはこれらの設定を併せて行うこともできる。

【0149】また、図2(a)の液晶表示装置として、液晶層2が $\Delta n d = 0.28\mu\text{m}$ であり且つツイスト角0度で平行配向され、基板面に平行な電界が印加されるIPS型の液晶表示素子を用いてもよい。図2(c)には、このような液晶表示素子との組合わせに好適な光源ユニット10の斜視図が示される。IPS型の液晶表示素子は、TN型やVA型のそれに比べて画素の開口率が低いため、外径4mm $\phi$ の冷陰極管を導光板11の長手方向の両側に2本ずつ、計4本配置したサイドエッジ型の光源ユニット10を用いる。インバータ配置は図19

に示すようにトランス1個で2本の蛍光灯8を点灯する。

【0150】《動画像表示における実施態様2》この実施態様では、動画表示に適した光源の変調点灯に関して説明する。

【0151】液晶表示装置においてブラウン管と同等の動画表示特性を得るためには、バックライトを常時点灯から、点灯と休止期間をそれぞれ有する点滅（ブリンク）型点灯にすることで、ブラウン管のようなインパルス発光が可能である。この時、図20の（a）高輝度点灯、（b）中輝度点灯、（c）低輝度点灯の夫々に示すように、所与のデータ書き換え周期（同期信号 $V_{syn}$ ）c）に対し、点滅の周期を変えることもできる。

【0152】本例によれば、光源ユニット（バックライトシステム）を用いる液晶表示装置においてもCRTと同等のインパルス発光が実現でき、動画表示が可能となる。従来の液晶表示装置用バックライトシステムは、画像信号が明表示、暗表示によらず、蛍光灯が常に点灯しているためエネルギー効率が悪かった。これに対し画像信号の情報量に合わせて、バックライトの照射量を制御することで、蛍光管の発光効率が向上し、消費電力の節約、ランプ温度の上昇抑制によるさらなる輝度向上が図られた。また、本例では、画像が暗い時にはバックライトの照射量を減らし、画像が明るい時には照射量を増加させる。この時、輝度と階調特性の関係、いわゆるトーン・カーブ特性もバック明るさ、画像信号に合わせて制御する。

【0153】このように画像信号の明暗の情報によって、上記第1期間（点灯期間）と上記第2期間（休止期間）の時間比率を変えることでバックライトの照射光量を制御する。また、画像信号の動きの情報量により点灯期間と休止期間の時間比率を変えることで、動きの速い場合は点灯時間を長く、動きの少ない場合は点灯時間を長くすることでより美しい動画表示が可能である。この時、前記光源の点灯期間と休止期間の比率によらず、各点灯周期間における該光源を発光させるためのランプに印加される電流実効値が概略一定とするとよい。また、第2期間の電流実効値を上げ、この期間においても光源を第1の期間より低い輝度で点灯させることにより光源の照射光量を変化させることもできる。例えば、図20の（c）による低輝度点灯に対し、第2の期間における光源の輝度を完全に0とせず、（d）に示すような高輝度点灯や（e）に示すような中輝度点灯を行ってもよい。

【0154】さらに完全な動画表示を行うためには、バックライトシステムをインパルス発光化するだけでなく、図11に示すように画像信号のデータ走査タイミングと光源の点滅のタイミングを同期させる必要がある。一般にアクティブ・マトリクス型の液晶表示素子における画像信号の走査タイミングを決める信号として、

垂直同期信号又は水平同期信号、ドット・クロック信号、フレーム信号等があり、これらの走査周期と点滅周期とを合わせて、画素への画像データ供給と光源の点滅点灯の走査タイミングを同期させる。このような実施態様には、直下型バックライトを有する光源ユニットを利用することが望ましいが、サイドエッジ型バックライトを有する光源ユニットにおいても光学系、例えば光源と導光板からなるセットを表示画面の上下で分割することにより可能である。

【0155】また、サイドエッジ型バックライトでは、この光源の点滅点灯周期と表示画像信号の書き換え周期とを均等に設定し、これが組み込まれた液晶表示装置（アクティブ・マトリクス型）に設けられた $n$ 本の走査信号線（ $n$ は画像表示に寄与する走査信号線の総数）に対し、その0.3 $n$ 本目より0.7 $n$ 本目に至る範囲に位置するいずれかの走査信号線（例えば、 $n/2$ 本目の走査信号線）の信号走査の開始時間に上記光源の点灯開始時間を同期させてもよい。

【0156】「 $n$ 本の走査信号線」を液晶表示装置における表示画像の精細度の規格を例示して説明すると、例えば、1024本の映像信号線（カラー画像表示の場合は、この3倍の3072本）と768本の走査信号線を用いて画像表示するXGAクラスの液晶表示装置で $n=768$ 、1600本の映像信号線（カラー画像表示の場合は、この3倍の4800本）と1200本の走査信号線を用いて画像表示するUXGAクラスの液晶表示装置で $n=1200$ となる。映像信号線及び走査信号線は、上述のアクティブ・マトリクス型の液晶表示パネルにおいて、前者は画素毎に設けられた画素電極に上述のデータ信号（又は画像データ信号）を各画素に設けられたアクティブ・マトリクス素子を通して供給し、後者はアクティブ・マトリクス素子におけるデータ信号の伝送を制御する。このような夫々の機能から、前者はデータ信号線とも呼ばれ、またアクティブ・マトリクス素子として、データ信号の入出力を受け持つソース電極及びドレイン電極と、この電極間のデータ信号の伝送をオン／オフするゲート電極を有する薄膜トランジスタが汎く用いられることから、前者はソース信号線又はドレイン信号線、後者はゲート信号線とも呼ばれる。

【0157】UXGAクラスのカラー画像表示対応の液晶表示装置（ $n=1200$ ）の例では、その0.3 $n$ 本目の走査信号線は360本目の走査信号線、その0.7 $n$ 本目の走査信号線は840本目の走査信号線に夫々対応する。また走査信号線への信号走査は1本目の走査信号線から $n$ 本目（本例では、1200本目）の走査信号線に向けて、逐次開始される。このような信号走査の態様において、例えば、この $n/2$ 本目の走査信号線に相当する600本目の走査信号線の信号走査の開始時間に上記光源の点灯開始時間を同期させると、画面の中央に位置する画素群への画像信号の書き込みとバックライト



点滅とが同期し、画質のよい動画表示が可能となる。このような動画表示は、光源の点滅点灯周期と表示画像信号の書き換え周期とを均等に設定し、且つ液晶表示装置に設けられた $n$ 本の走査信号線の $n-1$ 本目（1フレーム期間にて最初に走査信号が供給される信号線）の走査タイミングを光源の点滅点灯周期の開始時刻から一定の時間だけ遅延させてもよい。

【0158】一方、上記光源の休止期間が点灯時間の1/20以上、休止期中の輝度積分値が点灯期間中の輝度積分値の90%以下とすることが動画表示のコントラスト向上に望ましい。

【0159】＜動画表示に用いる液晶表示装置の構造＞本発明による液晶表示装置の光源の点滅点灯を用い、上述の手法により動画表示を行う場合、液晶表示装置自体の構成を改良することで、さらに完全に美しい動画表示が実現される。

【0160】このような液晶表示装置は、対向配置された一対の基板（少なくともその一方には電極が設けられる）及びこの基板間に挟持された液晶層からなる液晶表示パネルと、上記電極に表示画像信号に応じた電圧を印加するための制御手段と、液晶表示パネルを照射する光源ユニット（バックライトシステム）とを備え、上記光源ユニットがランプ（光源）とランプからの出射光を反射する反射器と反射された光を液晶層に導く導光板となり、この導光板の側面の少なくとも1辺の長さ方向にランプが配置され、この光源が点灯期間と休止期間からなる周期を以て点滅点灯し、かつ点滅点灯の周期における点灯期間と休止期間の時間比率と上記光源を発光させるための電力値により上記液晶表示パネルの照射光量を変化させるように構成される。この種の液晶表示装置に備えられたバックライトシステムは、サイドエッジ型と呼ばれ、使用するランプ（例えば、蛍光灯）は上記導光板の厚み方向に1、2、又は3本配置する。また導光板の4辺のどの位置にランプを配置するかは表示装置の輝度、液晶セルの透過率によって決まる。

【0161】透過率が高いTN（ツイステッドネマチック）型の液晶表示装置では、導光板の長辺に1本のランプを配置するが、より高輝度を得るには長辺2辺に各1本、あるいは短辺に各1本配置してもよい、さらにランプは線状の直線タイプでなく、屈曲点を有するI字タイプやコの字タイプのランプでもよい。透過率の低いIPSモードではランプを長辺2辺に各2ないし3本配置してもよい。

【0162】さらに、対向配置された一対の基板（その少なくとも一方には電極が設けられる）及びこの基板間に挟持された液晶層からなる液晶表示パネルと、上記電極に表示画像信号に応じた電圧を印加するための制御手段と、液晶表示パネルを照射する光源が備えられた液晶表示装置において、上記光源は液晶表示パネルの有効表示領域の直下に（有効表示領域と対向するように）配置

された複数のランプと各ランプの光を反射する複数の反射器とからなり、該光源が点灯期間と休止期間からなる周期を有し、かつ該周期中の点灯期間と休止期間の時間比率と該光源を発光させるための電力値により、光源の照射光量を変化させてもよい。この種の液晶表示装置に設けられたバックライトシステムは、直下型と呼ばれ、ランプ（例えば、蛍光灯）は液晶表示パネルの長辺方向に4乃至12本、又は短辺方向に4乃至20本と液晶表示装置に求められる輝度とその画面サイズに応じて配置する。

【0163】サイドエッジ型のバックライト・システムにおいて、従来ランプは液晶表示パネルの有効表示領域の外側に配置されてきた。これはランプの発熱により液晶セルが熱せられるのを防ぐためである。液晶は温度変化により屈折率の値が変化し、透過率に変化する性質を有する。そのため局部的に熱せられた場合、その部分透過率すなわち輝度や明るさが変化し、表示ムラとなる。しかし、このバックライト・システムに本発明による点滅点灯を適用し、またその制御のための回路を付加することにより、バックライト・システムからの発熱は低減され、液晶表示パネルにおける表示ムラが起きにくくなる。また、バックライト・システムにおけるランプ配置を表示領域の内側にすることが可能であり、それにより液晶表示装置の表示画面を囲む枠の幅（額縁）を狭めることも可能となる。

【0164】以上のバックライトとにおいて使用するランプは、冷陰極蛍光灯、あるいは熱陰極蛍光灯、あるいはキセノンランプ、真空蛍光表示管が使用可能である。冷陰極蛍光灯は発熱が少ないことが特徴であるが、より発熱防止（放熱）を効果的に行うためにはランプ表面積を大きくするため前記光源のランプ直径を3mm以上とするとよい。また熱比重を大きくするため、前記光源のランプのガラス厚が1mm以上とするとより放熱が効果的である。光源のランプは直径を太くすることも可能であり、ランプ中の含有ガスをキセノンに置換えることも可能である。

【0165】以上の説明に基づき、本発明による液晶表示装置の具体的な構成を例示する。

【0166】図21(a)に示すバックライト・システム（光源ユニット）は、トランス1個でランプ1本を点灯するインバータ配置を有するが、これを図21(b)に示すように構成し、トランス1個でランプ2本を点灯させてもよい。この場合、トランス及びバラストコンデンサ等の部品をランプ2本で共用するため、部品数削減によるコスト低減が図られる。ここでインバータとは、ランプを点灯するための回路（その例は、図1や図5に示される）を総称しており、直流電圧を交流電圧への変換回路、電流制御回路、周波数偏重回路、トランスによる昇圧回路等を含む。またトランスの他に圧電素子の使用も可能である。



【0167】図22(a)は、蛍光灯8を導光板11の両側に3本ずつ配置した液晶表示装置の光源ユニットの平面図を示す。この光源ユニットでは、ランプ毎に別個のインバータを用いたが、インバータの出力が高ければ、図22(b)に示すように同一のインバータを複数のランプに接続してもよい。この光源ユニットは、液晶の表示モードの透過率が低い場合やより高い輝度を得る場合に有効である。さらに図23の(a)及び(b)夫々に示すように、導光板11の両側に蛍光灯を4乃至8本設けてもよい。この場合、導光板の一方の側に設けられる複数の蛍光灯を、その高圧側端子が導光板の一辺の中ほどで対向するように、この一辺に沿って2列に並べ、導光板の中央部の裏側(液晶表示パネルと反対の面)にインバータを配置する。

【0168】図24は、導光板11の短辺方向に蛍光管8を1本×2の計2本配置したサイドエッジ型の光源ユニットを示す。ここでインバータは上側ランプと下側ランプとで別個のものをを用いたが、同一のインバータを用いてもよい。この配置は、大型の液晶表示装置に好適で、特にTN型やVA型のような開口率の画素の大きい液晶表示パネルを有する機種に向く。

【0169】図25は、導光板11の長辺方向に蛍光灯8を1本×2の計2本配置したサイドエッジ形の光源ユニットを示す。I字型に曲げられた2つの蛍光灯8で導光板11の周縁を囲むため、光源ユニットの輝度を格段に向上し、また2本の蛍光灯が離れて配置されるので、夫々から輻射される熱を逃がし易い。更に、この光源ユニットでは表示ムラが生じ難く、液晶表示装置全体のサイズを抑える上でも有効である。

【0170】図25の光源ユニットにおけるインバータ配置を図26に示すが、トランス1個でランプ1本あるいは2本の点灯が可能である。特にトランス1個で2本のランプを点灯する場合は、ランプ高圧側をトランスに近づけることで電力損失が減少する。

【0171】蛍光灯8は図27に示すようなU字形のものも利用できる。I字型やU字型の蛍光灯を使う利点はパネルの周辺、特に角の部分の輝度向上である。

【0172】図28(a)は、蛍光灯8を導光板11の長辺方向に1つ配置したサイドエッジ形の光源ユニットを示す。導光板11は厚み方向にくさび型の断面を有する。また図28(b)に示すように、導光板を平板としてI字型の蛍光灯8を搭載しても、図28(c)に示すようにU字型の蛍光灯8を搭載してもよい。TN型の液晶表示装置では、表示画面の輝度が光源から離れるに従い暗くなるという問題が生じる場合がある。この問題を解決する上で、図28(c)の光源ユニットの構成は好適である。

【0173】図28に示した光源ユニットにおけるインバータ配置の例を、図29(a)及び(b)に示す。通常、導光板11の下側には光を反射するための白色ドッ

ト等の印刷が施されているが、そのドットの印刷密度を、ランプに近い部分は疎に、遠い部分は密にすると画面全体の均一性が向上する。

【0174】図30(a)は図3を参照して説明した直下形のバックライトを有する液晶表示装置におけるインバータ配置図を示す。蛍光灯8は基板3の長辺方向に計6ないし8本配置される。また、図30(b)は図30(a)の変形例で、基板3の短辺方向に蛍光灯8が12本配置される。

【0175】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明に特徴付けられる光源の点灯動作を採用した液晶表示装置においては、その光源における消費電力及び発熱を増やすことなくその輝度を高め、また表示画面における表示ムラの発生を抑止することができる。従って、光源の発光効率並びに表示画質の均一性の優れた液晶表示装置が実現できる。

【0176】また、本発明による液晶表示装置では、明るく表示すべき画素の輝度を高め、これと同時に暗く表示すべき画素の輝度を抑えることにより、ブラウン管並みの高いコントラスト比で画像又は映像を表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による液晶表示装置の主な構成要素の配置を説明する模式図である。

【図2】本発明による液晶表示装置のうち、サイドエッジ型の光源ユニットを有する一例の(a)断面構造の概略図、(b)光源ユニットのレイアウトを示す斜視図、及び(c)(b)の光源ユニットを高輝度化した別の光源ユニットのレイアウトを示す斜視図である。

【図3】本発明による液晶表示装置のうち、直下型の光源ユニットを有する一例の(a)断面構造の概略図、及び(b)光源ユニットのレイアウトを示す斜視図である。

【図4】図1に示す制御回路CTRLで本発明による光源の点灯動作を実施したときの(a)1次側のインバータ回路に入力される直流電流の波形、(b)変圧器TRの1次側に入力される交流電流の波形、(c)2次側の回路に生じる交流電流をオシロスコープで測定した波形、及び(d)2次側の回路に生じる交流電流の電流計による測定電流値に基づき描かれた仮想的な電流波形を夫々示す波形図である。

【図5】図1に示された光源の制御回路CTRLの具体的な一例を示す回路図である。

【図6】蛍光灯等の放電管内部における放電電流と放電管に設けられた電極間に印加される電圧との関係を説明するグラフである。

【図7】蛍光灯等の放電管を含む回路に生じるランプ電流と放電管内の電極間に印加されるランプ電圧との関係を説明するグラフである。

【図8】本発明による光源の点灯動作に係る放電管のパラメータを冷陰極管の例を以て示す冷陰極管の断面図とその点灯時における長手方向に沿った輝度分布を示すグラフである。

【図9】本発明による液晶表示装置に搭載される冷陰極管の(a)壁面(外壁)温度及び管内の水銀蒸気圧と輝度との関係を示すグラフ、及び(b)冷陰極管の内部に設けられた一対の電極に供給される電流と輝度との関係を示すグラフである。

【図10】本発明による液晶表示装置の光源を点滅点灯させたときの、表示画面の白表示状態の画素の輝度変動を示すグラフである。

【図11】本発明による液晶表示装置の光源の点灯動作の一例に関し、(a)液晶表示装置に与えられる同期信号のタイミングと、(b)この液晶表示装置の1画素に供給される画像表示信号の波形図と、(c)液晶表示装置のバックライトの点灯制御信号(1次側回路の直流電流)の波形図と、(d)このバックライトの輝度変動の波形図とを示す。

【図12】液晶表示装置の光源を点灯デューティ及びランプ電流(CFL管電流)が夫々異なる4種類の点灯動作を60分間続けた後の、ランプ電流(横軸)に対する(a)夫々の輝度及び(b)夫々の壁面温度を示すグラフである。

【図13】液晶表示装置の光源(冷陰極管)の輝度及び壁面温度の経時変化を、(a)この光源を本発明による点滅点灯態様で動作させた場合、及び(b)これを連続点灯させた場合に分けて示すグラフである。

【図14】本発明による液晶表示装置の光源の点灯動作に好適な制御回路の一例を示す模式図である。

【図15】本発明による液晶表示装置の光源の点灯動作に好適な制御回路の別の一例を示す模式図である。

【図16】動画像表示に好適な液晶表示装置の駆動に(a)本発明による液晶表示装置の光源の点灯動作、及び(b)液晶表示装置の光源の連続動作と組合せたとときの液晶表示装置の画面における夫々の輝度変化と、(c)従来の液晶表示装置における動画像表示のコントラスト比(CR)及び(d)本発明による液晶表示装置における表示画像のコントラスト比を夫々説明するグラフである。

【図17】アクティブ・マトリクス型液晶表示装置の3種類の断面構造を、(a)TN型、(b)VA型、及び(c)IPS型の夫々に分けて示す模式図である。

【図18】本発明による液晶表示装置の光源の点滅点灯を動画像表示に応用したときの実施態様1に係り、(a)この液晶表示装置の1画素に同期信号に対応して入力される画像信号の波形(点線)と、(b)~(e)これに対応する光源の輝度波形(点線の横軸はダークレベルに相当)とを時間軸(横軸)を合わせて夫々示す波形図である。

【図19】図2(c)のレイアウトを有する光源ユニットのインバータ回路及び光源の結線形態の一例を示す平面図である。

【図20】本発明による液晶表示装置の光源の点滅点灯を動画像表示に応用したときの実施態様2に係り、(a)~(e)光源の輝度波形(点線の横軸はダークレベルに相当)のバリエーションを時間軸(横軸)を合わせて夫々示す波形図である。

【図21】(a)及び(b)の夫々は、本発明による液晶表示装置に好適な光源ユニットのインバータ回路及び光源の結線形態の2つの例を示す平面図である。

【図22】(a)及び(b)の夫々は、本発明による液晶表示装置に好適な光源ユニットのインバータ回路及び光源の別の結線形態の2つの例を示す平面図である。

【図23】(a)及び(b)の夫々は、本発明による液晶表示装置に好適な光源ユニットのインバータ回路及び光源の別の結線形態の2つの例を示す平面図である。

【図24】本発明による液晶表示装置に組み込まれるサイドエッジ型の光源ユニットに関し、導光板の短辺側に光源を配置したレイアウトの一例を示す斜視図である。

【図25】本発明による液晶表示装置に組み込まれるサイドエッジ型の光源ユニットに関し、L字型の光源で導光板の側面を囲むレイアウトの一例を示す斜視図である。

【図26】(a)及び(b)の夫々は、図25のレイアウトを有する光源ユニットのインバータ回路及び光源の結線形態の2つの例を示す平面図である。

【図27】本発明による液晶表示装置に組み込まれるサイドエッジ型の光源ユニットに関し、(a)U字型の光源で導光板の側面を囲むレイアウトの一例を示す斜視図と、(b)このレイアウトに対応する光源ユニットのインバータ回路及び光源の結線形態の一例を示す平面図である。

【図28】本発明による液晶表示装置に組み込まれるサイドエッジ型の光源ユニットに関し、(a)導光板の1側面に線状の光源を設けたレイアウトの一例と、(b)導光板の2辺に跨りL字型の光源を設けたレイアウトの一例と、(c)導光板の3辺に跨りU字型の光源を設けたレイアウトの一例とを夫々示す斜視図である。

【図29】(a)図28(b)のレイアウトを有する光源ユニットの、(b)図28(c)のレイアウトを有する光源ユニットの、インバータ回路及び光源の結線形態を夫々示す平面図である。

【図30】本発明による液晶表示装置に組み込まれる直下型の光源ユニットに関し、(a)及び(b)は、この光源ユニットにおけるインバータ回路及び光源の結線形態の二例を夫々示す平面図である。

【図31】動画像表示向けに提案された液晶表示装置の光源の点灯態様に係り、(a)は光源(バックライト)のレイアウトを、(b)はその点灯タイミングを夫々示す

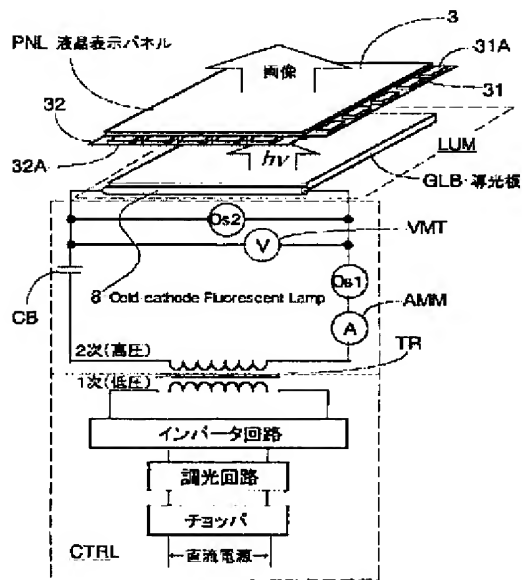
説明図である。

【符号の説明】

1…偏光板、2、LC…液晶層、3、SUB1、SUB2…基板、4…光学シート群、5…プリズムシート、6…拡散フィルム、6a…拡散板、7…反射器、8…蛍光灯（冷陰極管）、10…光学ユニット、11、GLB…導光板、20…入力端子、21…インバータ回路、22、TR…変圧器、23…調光回路、24…スイッチング素子、25…スイッチング制御回路、25a…ランプ\*

【図1】

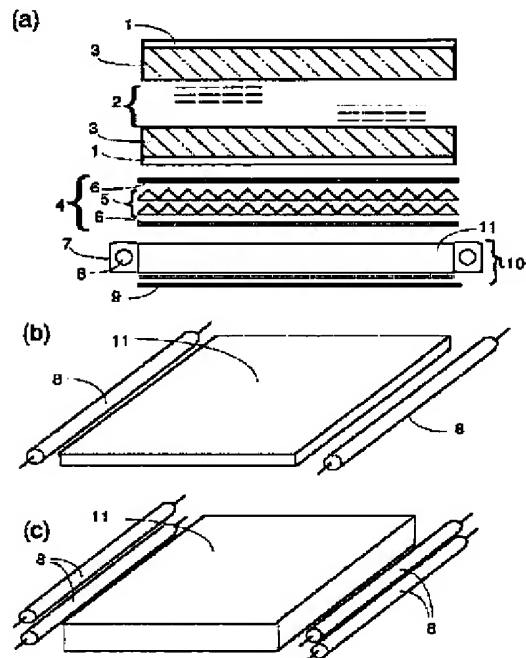
図1



\*電流切替スイッチ、26…電流計、LUM…照明装置、AMM…電流計、CB…バラストコンデンサ、C-Ctrl…電流制御回路、CT…対向電極、CTRL…制御回路、DCS…直流電源、IL-Sens…管電流検知回路、Inv. Trs.…インバータ 変圧器回路、Os1、Os2…オシロスコープ、PNL…液晶表示パネル、PWM-Ctrl…パルス幅変調制御素子、PX…画素電極、V-Ctrl…電圧制御回路、VMT…電圧計。

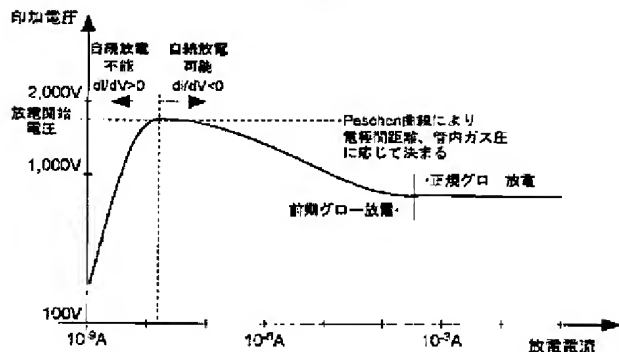
【図2】

図2



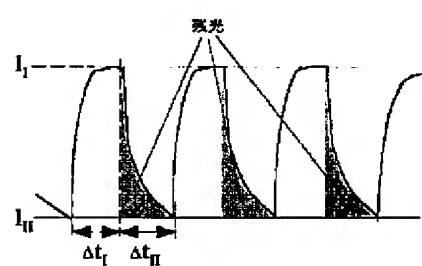
【図6】

図6



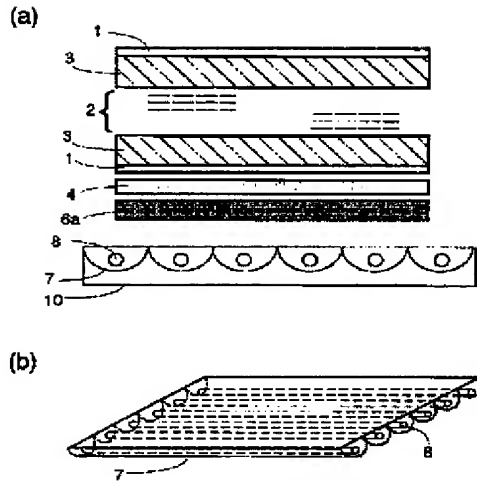
【図10】

図10



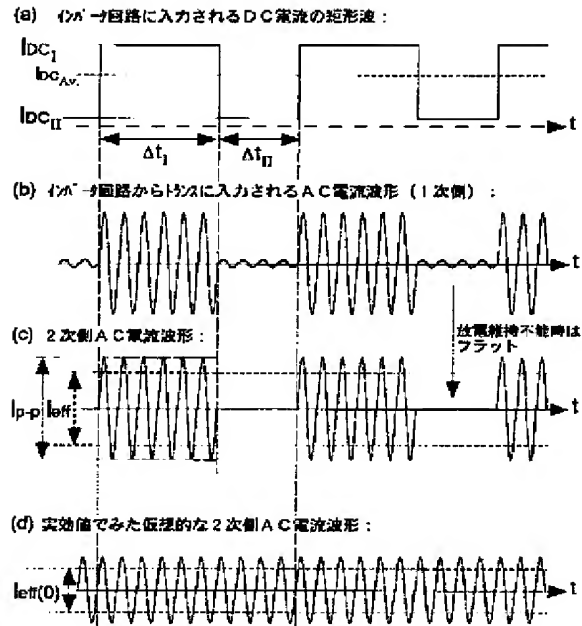
【図3】

図3



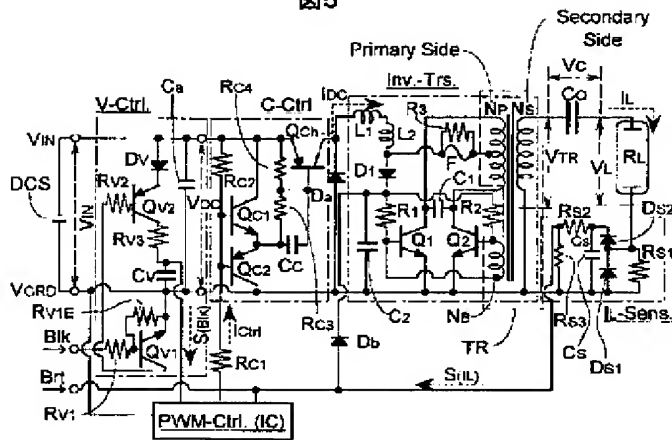
【図4】

図4



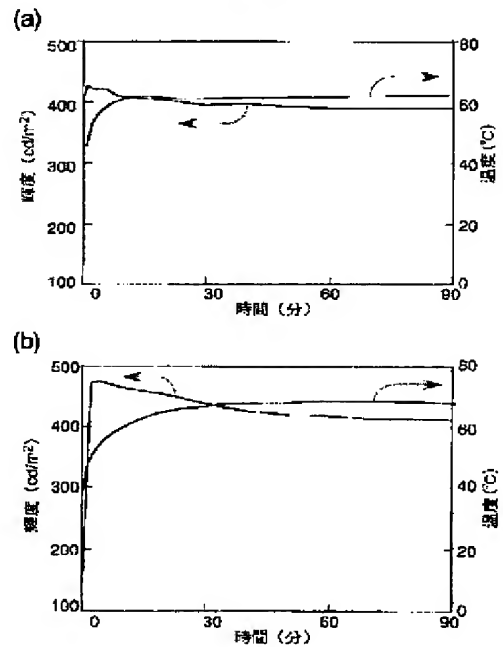
【図5】

図5



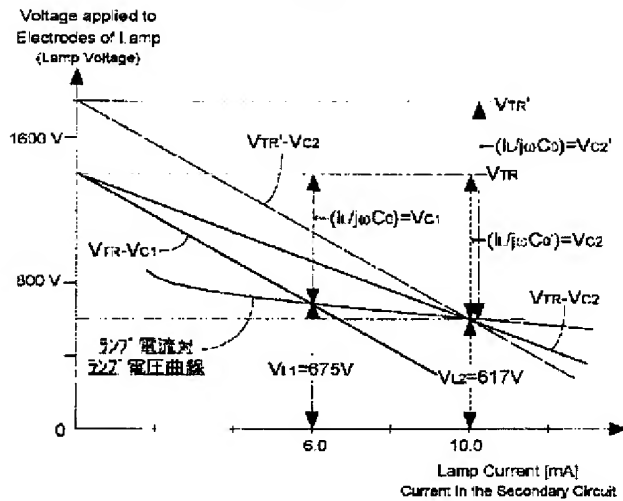
【図13】

図13



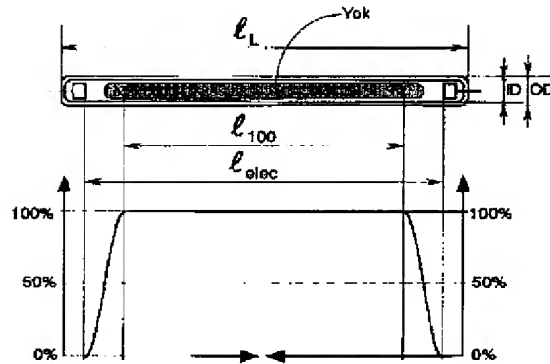
【図7】

図7



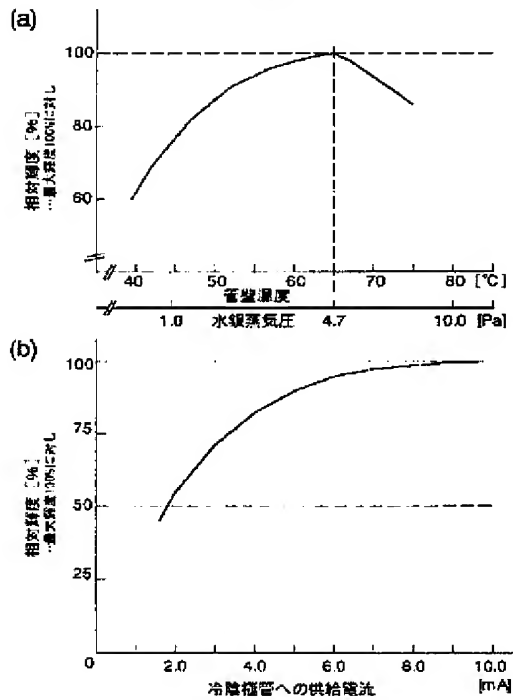
【図8】

図8



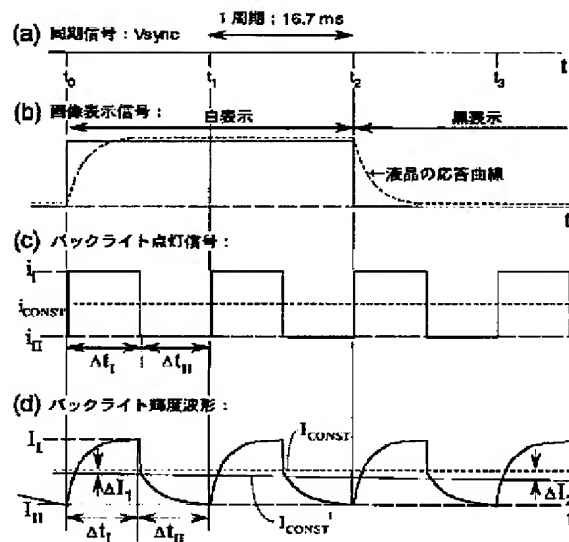
【図9】

図9



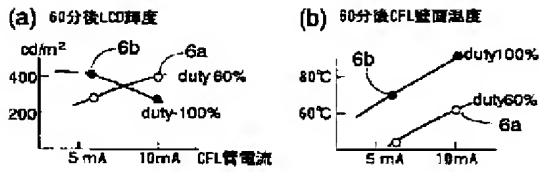
【図11】

図11



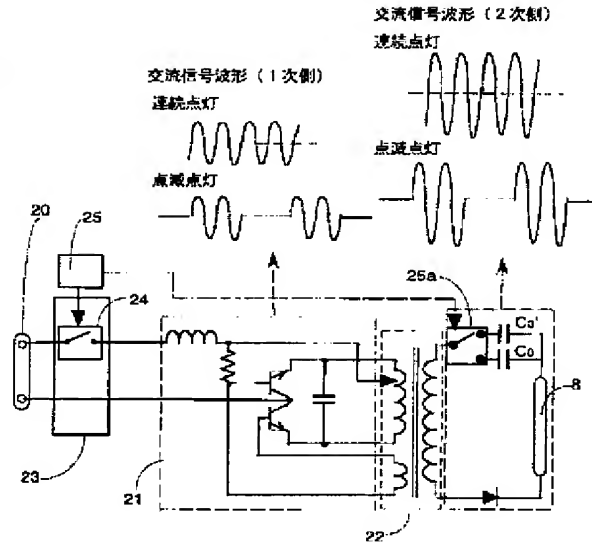
【図12】

図12



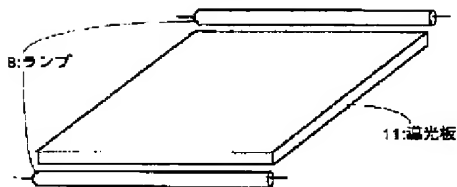
【図14】

図14



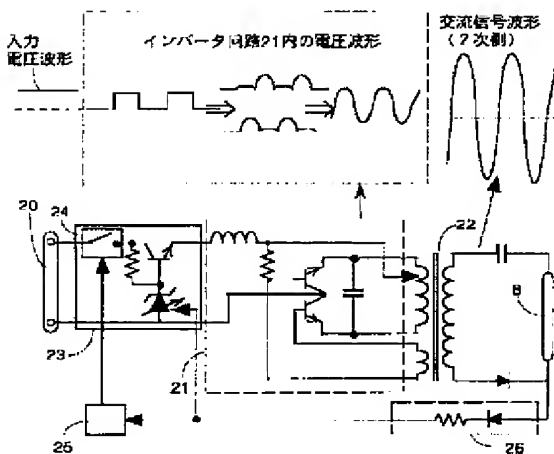
【図24】

図24



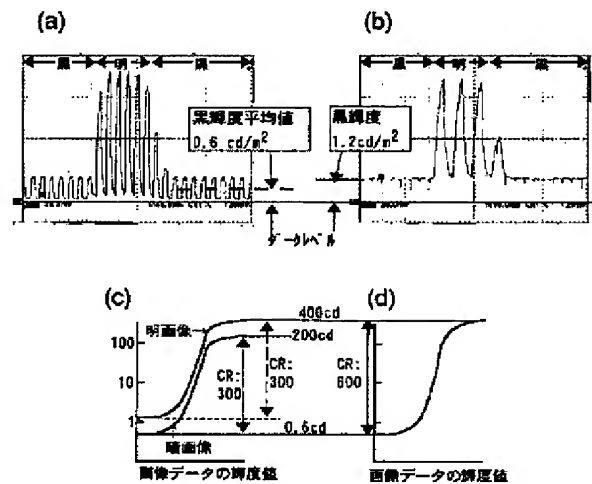
【図15】

図15



【図16】

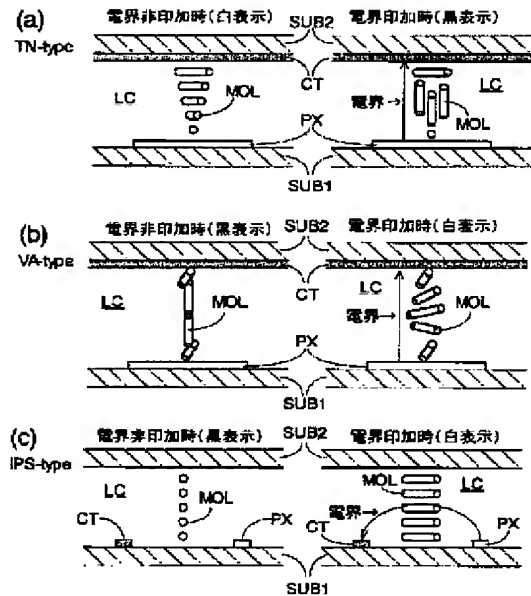
図16





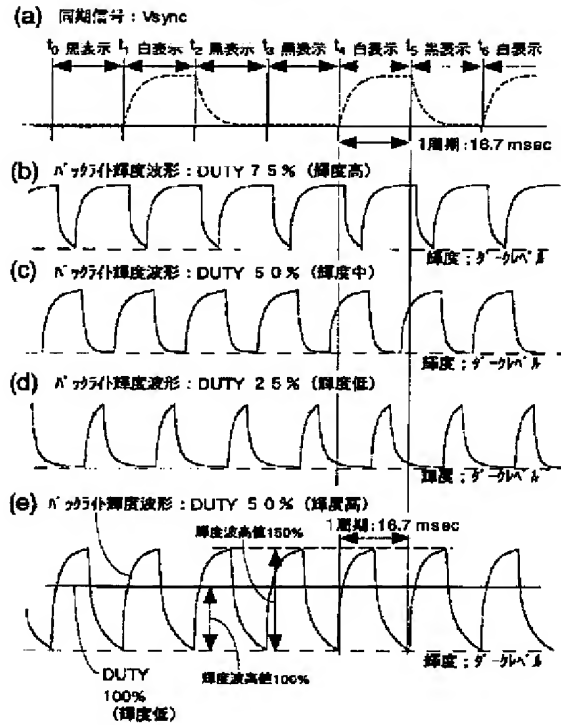
【図17】

図17



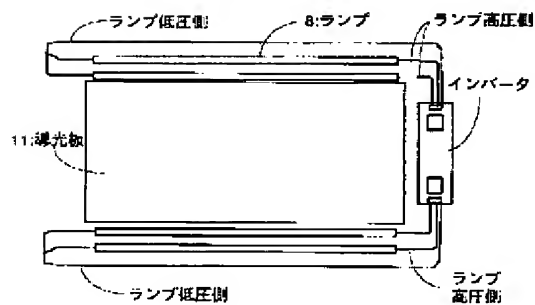
【図18】

図18



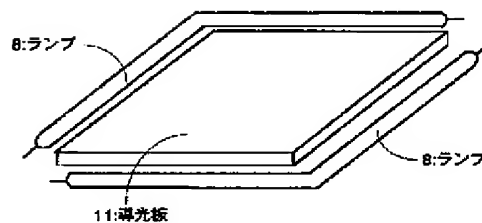
【図19】

図19



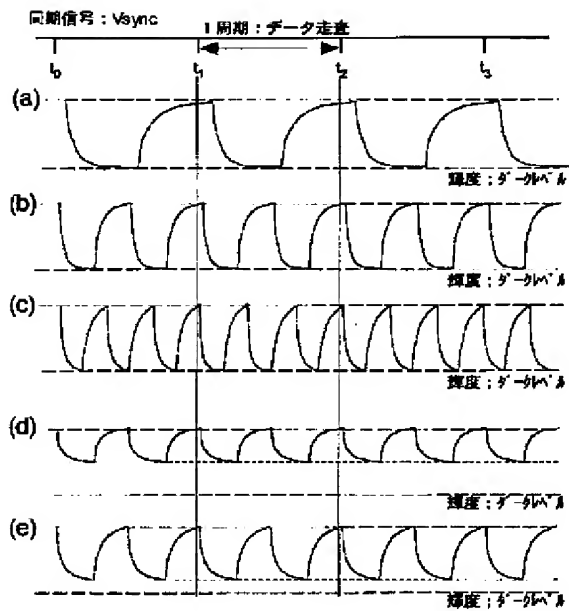
【図25】

図25



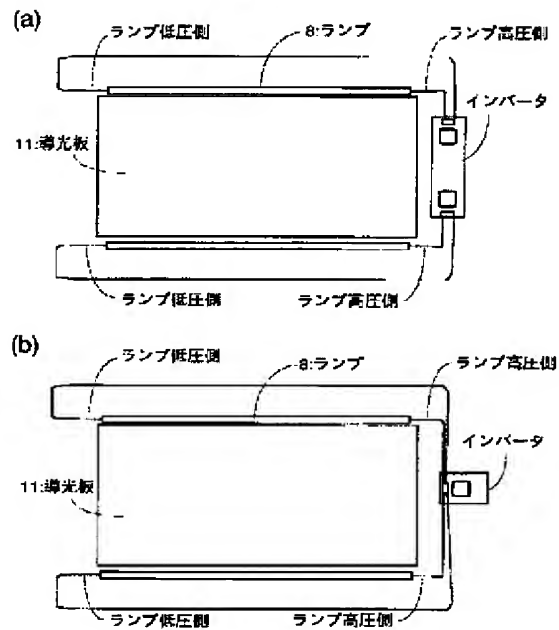
【図20】

図20



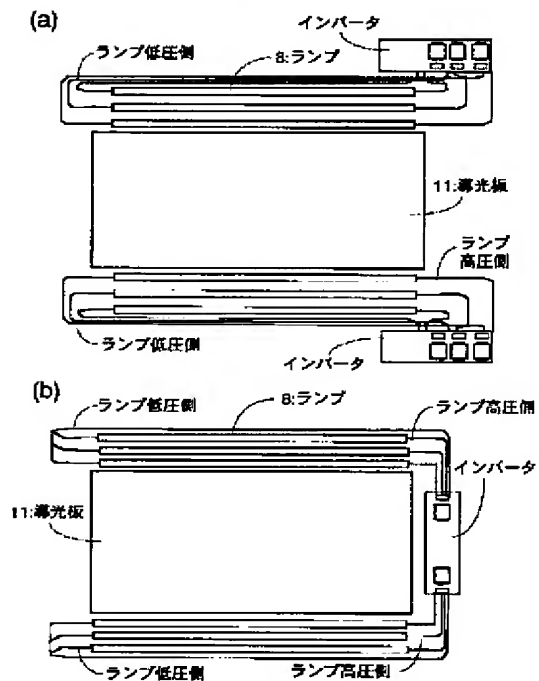
【図21】

図21



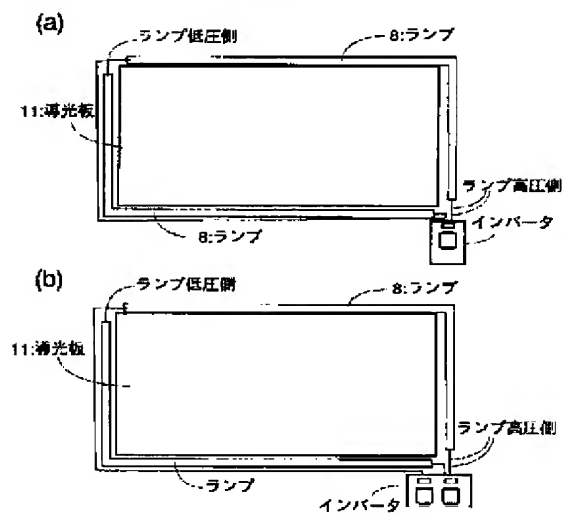
【図22】

図22



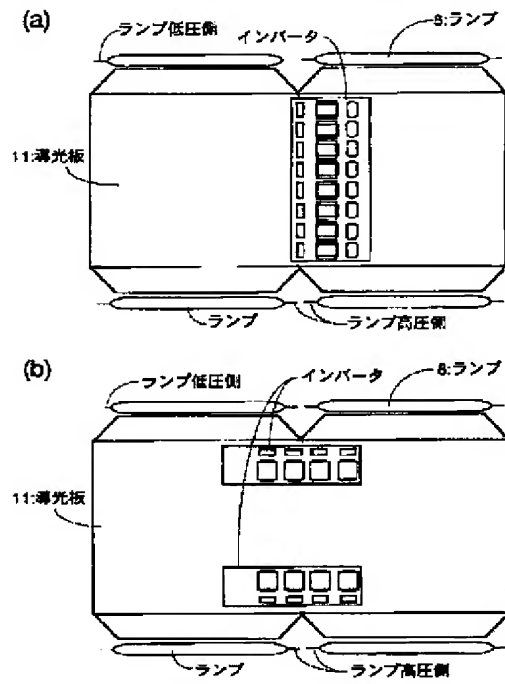
【図26】

図26



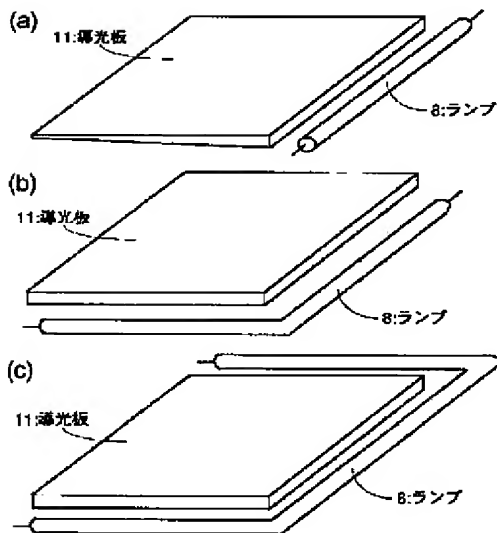
【図23】

図23



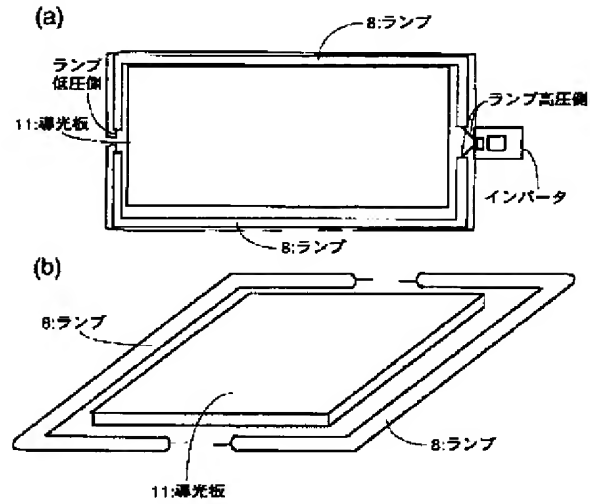
【図28】

図28



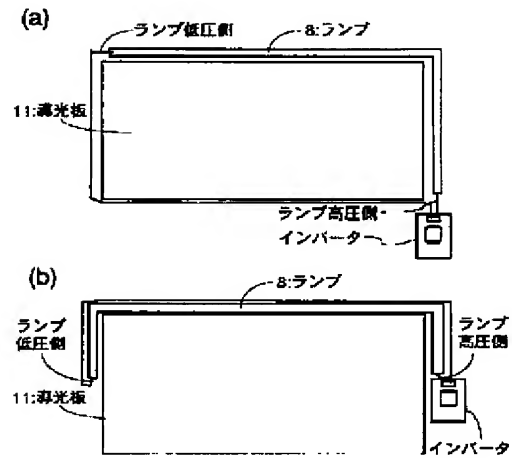
【図27】

図27



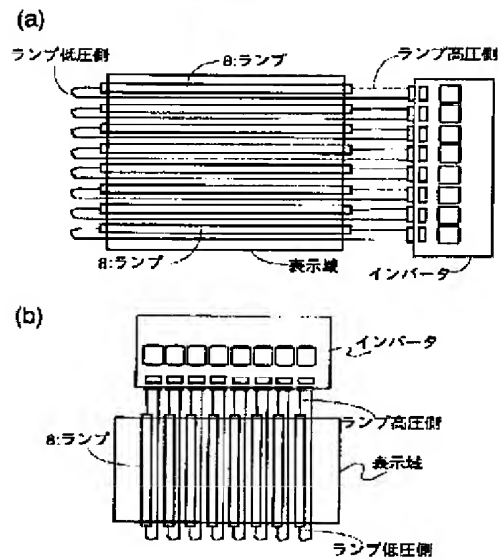
【図29】

図29



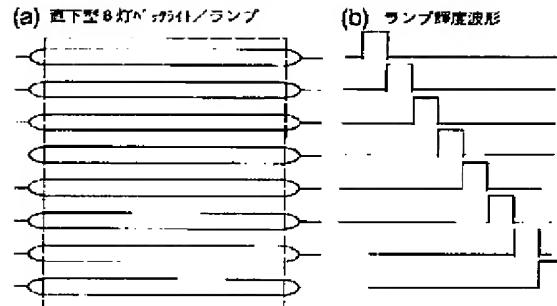
【図30】

図30



【図31】

図31



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	ターム(参考)
G 0 9 G 3/20 3/34	6 4 2	G 0 9 G 3/34 G 0 2 F 1/1335	J 5 3 0
(72)発明者 小野 記久雄 千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立 製作所ディスプレイグループ内		Fターム(参考) 2H091 FA14Z FA23Z FA41Z GA12 LA16	
(72)発明者 新谷 晃 千葉県茂原市早野3681番地 日立デバイス エンジニアリング株式会社内		2H093 NC42 NC57 NC90 ND08 NE06 NE10 SC006 AR03 AF51 AF69 BF27 FA01 FA25 FA47 FA54 GA02 GA03 SC080 AA10 DD05 DD26 DD30 EE28 JJ02 JJ03 JJ04 JJ05 JJ06	